

P19355.P05

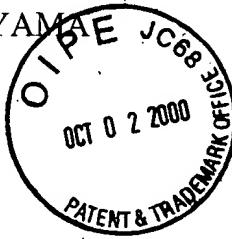
IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Toshihiro NAKAYAMA

Serial No. : 09/608,008

Filed : June 30, 2000

For : IMAGE PROCESSING COMPUTER SYSTEM FOR
PHOTOGRAMMETRIC ANALYTIC MEASUREMENT



Group Art Unit: 2721

Examiner: Not Yet Assigned

RECEIVED
OCT 4 2000
TECH CENTER 2700

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 11-188678, filed July 2, 1999. As required by the Statute, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Toshihiro NAKAYAMA

Bruce H. Bernstein
Reg. No. 29,027

October 2, 2000
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1941 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日本国特許
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
th this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 7月 2日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第188678号

出願人

Applicant(s):

旭光学工業株式会社

RECEIVED

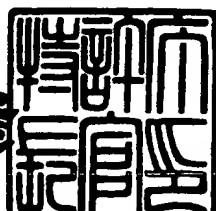
OCT -4 2000

TELE- CENTER 2700

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

2000年 4月 28日

近藤 隆彦



【書類名】 特許願
 【整理番号】 AP99722
 【提出日】 平成11年 7月 2日
 【あて先】 特許庁長官殿
 【国際特許分類】 G01C 11/00
 G01C 11/06

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式会社内

【氏名】 中山 利宏

【特許出願人】

【識別番号】 000000527

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号

【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代表者】 松本 徹

【代理人】

【識別番号】 100090169

【弁理士】

【氏名又は名称】 松浦 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 050898

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9002979

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 写真測量画像処理装置、写真測量画像処理方法、および写真測量画像処理プログラムを格納した記憶媒体

【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定位置のターゲットを共通に含む所定数の画像を同一グループに定義し、前記各画像について撮影したカメラの位置およびその光軸の傾きを算出し、前記画像内の共通の物点を当該各画像について指定し、前記物点の3次元座標を算出し、この3次元座標に基づいて測量図を生成する写真測量画像処理装置において、

前記各グループに対応したオブジェクトを決定するオブジェクト決定手段と、前記各グループを所定の順番に接続するグループ接続手段と、

前記オブジェクトを表示するとともに、前記グループ接続手段によって定義された接続関係に基づいて、各オブジェクトの接続関係を表示し得る表示手段とを備えることを特徴とする写真測量画像処理装置。

【請求項2】 前記表示手段が、接続されたオブジェクトを表示する接続編集領域と、前記接続編集領域に配置すべきオブジェクトの候補を表示する接続候補表示領域とを有し、

前記接続編集領域と前記接続候補表示領域との間において、移動すべきオブジェクトを指定する入力手段を備えることを特徴とする請求項1に記載の写真測量画像処理装置。

【請求項3】 前記接続編集領域内において、各オブジェクトの配置が適宜変更可能であることを特徴とする請求項2に記載の写真測量画像処理装置。

【請求項4】 前記接続編集領域において、前記グループ接続手段によって定義された2つのオブジェクトの接続関係が、双方のオブジェクトの中央を結ぶ所定の太さの線分によって表示されることを特徴とする請求項2に記載の写真測量画像処理装置。

【請求項5】 共通のターゲット位置のグループを上位グループとして定義するグループ化手段を備え、前記接続候補表示領域には1つの任意の上位グループに含まれるグループのオブジェクトが表示されることを特徴とする請求項2に

記載の写真測量画像処理装置。

【請求項6】 前記接続候補領域において指定されたオブジェクトが、前記接続編集領域に配置されると同時に、指定されたオブジェクトと同一上位グループのオブジェクトが前記接続編集領域に配置され、各オブジェクト間が所定の順番に接続されることを特徴とする請求項5に記載の写真測量画像処理装置。

【請求項7】 前記接続候補領域において指定されたオブジェクトが、前記接続編集領域に配置される際に、前記接続編集領域に、このオブジェクトの位置を決定するためのオブジェクトマーカが表示されることを特徴とする請求項6に記載の写真測量画像処理装置。

【請求項8】 前記接続編集領域において、既に配置されたオブジェクトに新たに配置される異なる上位グループのオブジェクトを接続するために、接続される2つのオブジェクトに対応するグループの全画像において、共通して写し込まれた2つの点が対応付けられることを特徴とする請求項6に記載の写真測量画像処理装置。

【請求項9】 前記各グループは2枚の画像を含むことを特徴とする請求項1に記載の写真測量画像処理装置。

【請求項10】 前記オブジェクトは、前記グループに含まれる画像のうちの1枚を縮小した縮小画像であることを特徴とする請求項1に記載の写真測量画像処理装置。

【請求項11】 所定位置のターゲットを共通に含む所定数の画像を同一グループに定義し、前記各画像について撮影したカメラの位置およびその光軸の傾きを算出し、前記画像内の共通の物点を当該各画像について指定し、前記物点の3次元座標を算出し、この3次元座標に基づいて測量図を生成する写真測量画像処理方法において、

前記各グループに対応したオブジェクトを決定する第1ステップと、
共通のターゲット位置のグループを上位グループとして定義する第2ステップと、

表示装置の接続候補表示領域に、1つの任意の前記上位グループに含まれるオブジェクトを表示する第3ステップと、

表示装置の接続編集領域において、前記接続候補表示領域で指定されたオブジェクトを同一上位グループのオブジェクトとともに配置するとともに、同一上位グループ内の各オブジェクトを所定の順番に接続し、各オブジェクトの接続関係を表示する第4ステップと、

前記接続編集領域において、既に配置されたオブジェクトに新たに配置される異なる上位グループのオブジェクトを接続するために、接続される2つのオブジェクトに対応するグループの全画像において、共通して写し込まれた2つの点を対応付ける第5ステップと、

前記接続編集領域に表示された前記オブジェクトの配置を編集する第6ステップと

を備えることを特徴とする写真測量画像処理方法。

【請求項12】 所定位置のターゲットを共通に含む所定数の画像を同一グループに定義し、前記各画像について撮影したカメラの位置およびその光軸の傾きを算出し、前記画像内の共通の物点を当該各画像について指定し、前記物点の3次元座標を算出し、この3次元座標に基づいて測量図を生成する写真測量画像処理プログラムにおいて、

前記各グループに対応したオブジェクトを決定し、共通のターゲット位置のグループを上位グループとして定義する定義ルーチンと、

表示装置の接続候補表示領域に、1つの任意の前記上位グループに含まれるオブジェクトを表示する候補表示処理ルーチンと、

表示装置の接続編集領域において、前記接続候補表示領域で指定されたオブジェクトを同一上位グループのオブジェクトとともに配置するとともに、同一上位グループ内の各オブジェクトを所定の順番に接続し、各オブジェクトの接続関係を表示する同一上位グループ接続処理ルーチンと、

前記接続編集領域において、既に配置されたオブジェクトに新たに配置される異なる上位グループのオブジェクトを接続するために、接続される2つのオブジェクトに対応するグループの全画像において、共通して写し込まれた2つの点を対応付ける接続処理ルーチンと、

前記接続編集領域において、前記オブジェクトの配置を編集する編集処理ル

チンと

を備えた写真測量画像処理プログラムを格納したことを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は写真測量における画像処理に関する。

【0002】

【従来の技術】

写真測量は地図の作成に広く使用されているが、交通事故の現場検証等の局所的な状況の記録においても極めて有効な手段として活用されている。従来写真測量は2台のカメラを離間しつつ固定したステレオカメラを使用し、両カメラで撮影した2枚の画像から各測量点の3次元座標を算出する。ここにステレオカメラは大重量かつ大型の機材であり、また3次元座標の計算にはカメラの位置情報、傾斜角度、被写体の実測長さ等詳細な情報を記録しておく必要があり、測量作業は煩雑かつ重労働であった。また交通事故現場の周囲に障害物が多い等、充分広い撮影環境が確保されないことも多く、ステレオカメラによる現場検証が困難なときも多かった。

【0003】

そこで本願出願人は、単眼のカメラによる写真測量方法（特開平10-293026号公報、特開平10-221072号公報）、および同写真測量の精度を向上させるために、一対の画像（以下、「ペア画像」という）に含めるターゲット（特開平10-307025号公報、特開平10-293026号公報、特開平10-185563号公報、特開平10-185562号公報、特開平10-170263号公報、特開平10-141951号公報）を多数提案して、簡易機材による効率的な写真測量を実現している。

【0004】

このような写真測量方法においては、同一のターゲットと測量対象物とが任意の異なる方向から撮影されたペア画像を得、専用の写真測量画像処理装置において、マウス等の入力手段を用いたマニュアル作業によって、ペア画像に共通に写

し込まれた測量点（以下、「物点」という）を指定することにより、これら物点に基づいて任意の範囲の測量が行われる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、測量が広範囲に渡る場合には多数のペア画像が用いられるが、この場合、このマニュアル作業に際しては、ペア画像においてそれぞれ対応する物点を見出し指定することの煩雑さもさることながら、測量精度を考慮しつつ、充分な精度が得られる物点を選択することは、熟練したオペレータにとっても極めて煩雑な作業であった。

【0006】

また、多数のペア画像からそれぞれ得られる測量図を接続するが、作図時点では得られた各測量図が測量範囲のどの位置を示すものか識別しにくく、接続作業は極めて煩雑であった。

【0007】

本発明はこのような従来の問題点を解消すべく創案されたもので、写真測量画像処理装置におけるマニュアル作業を大幅に効率化し得る、写真測量画像処理装置および写真測量画像処理方法および写真測量画像処理プログラムを格納した記録媒体を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る写真測量画像処理装置は、所定位置のターゲットを共通に含む所定数の画像を同一グループに定義し、各画像について撮影したカメラの位置およびその光軸の傾きを算出し、画像内の共通の物点を当該各画像について指定し、物点の3次元座標を算出し、この3次元座標に基づいて測量図を生成する写真測量画像処理装置において、各グループに対応したオブジェクトを決定するオブジェクト決定手段と、各グループを所定の順番に接続するグループ接続手段と、オブジェクトを表示するとともに、グループ接続手段によって定義された接続関係に基づいて、各オブジェクトの接続関係を表示し得る表示手段とを備えることを特徴としている。これによってグループ相互の接続作業を著しく効率化し、また

接続関係を容易に視認し得る。

【0009】

写真測量画像処理装置において、表示手段が接続されたオブジェクトを表示する接続編集領域と、接続編集領域に配置すべきオブジェクトの候補を表示する接続候補表示領域とを有し、接続編集領域と接続候補表示領域との間において、移動すべきオブジェクトを指定する入力手段を備える。これにより、接続編集領域に編集すべきオブジェクトの選択の自由度が向上する。

【0010】

写真測量画像処理装置において、接続編集領域内の各オブジェクトの配置が適宜変更可能であってもよく、これによりオペレータの要求に応じてオブジェクトの配置が可能である。

【0011】

写真測量画像処理装置において、グループ接続手段によって定義された接続編集領域内の2つのオブジェクトの接続関係が、双方のオブジェクトの中央を結ぶ所定の太さの線分によって表示されてもよく、これにより2つのオブジェクトが最短距離で結ばれ、互いの接続関係が容易に視認し得る。なお、この線分が描かれた後に、オブジェクトが上書きされてもよい。

【0012】

写真測量画像処理装置は、さらに共通のターゲット位置のグループを上位グループとして定義するグループ化手段を備えてもよく、接続候補表示領域に1つの任意の上位グループに含まれるグループのオブジェクトが表示されてもよい。これにより、同一ターゲット位置のグループごとに配置が行える。

【0013】

写真測量画像処理装置において、好ましくは、接続候補領域において指定されたオブジェクトが、接続編集領域に配置されると同時に、指定されたオブジェクトと同一上位グループのオブジェクトが接続編集領域に配置され、各オブジェクト間が所定の順番に接続される。これにより、同一上位グループの接続作業が簡略化できる。

【0014】

写真測量画像処理装置において、好ましくは、接続候補領域において指定されたオブジェクトが、接続編集領域に配置される際に、接続編集領域に、このオブジェクトの位置を決定するためのオブジェクトマーカが表示される。このオブジェクトマーカは、入力手段によって接続編集領域内において移動自在であることが好ましく、これにより、接続編集領域における配置すべき位置を容易に視認できるとともに、任意に指定できる。

【0015】

写真測量画像処理装置において、好ましくは、接続編集領域において、既に配置されたオブジェクトに新たに配置される異なる上位グループのオブジェクトを接続するために、接続される2つのオブジェクトに対応するグループの全画像において、共通して写し込まれた2つの点が対応付けられる。これにより、簡略な作業で、異なる上位グループの接続が容易に行える。

【0016】

写真測量画像処理装置において、好ましくは、各グループは2枚の画像よりなる。これによって必要最小限の画像による測量図作成が可能である。また、好ましくは、オブジェクトがグループに含まれる画像のうちの1枚を縮小した縮小画像である。これによって簡略な表示でありながら、各グループの特徴を目視確認し得る。

【0017】

本発明に係る写真測量画像処理方法は、所定位置のターゲットを共通に含む所定数の画像を同一グループに定義し、各画像について撮影したカメラの位置およびその光軸の傾きを算出し、画像内の共通の物点を当該各画像について指定し、物点の3次元座標を算出し、この3次元座標に基づいて測量図を生成する写真測量画像処理方法において、各グループに対応したオブジェクトを決定する第1ステップと、共通のターゲット位置のグループを上位グループとして定義する第2ステップと、表示装置の接続候補表示領域に、1つの任意の上位グループに含まれるオブジェクトを表示する第3ステップと、表示装置の接続編集領域において、接続候補表示領域で指定されたオブジェクトを同一上位グループのオブジェクトとともに配置するとともに、同一上位グループ内の各オブジェクトを所定の順番

に接続し、各オブジェクトの接続関係を表示する第4ステップと、接続編集領域において、既に配置されたオブジェクトに新たに配置される異なる上位グループのオブジェクトを接続するために、接続される2つのオブジェクトに対応するグループの全画像において、共通して写し込まれた2つの点を対応付ける第5ステップと接続編集領域に表示されたオブジェクトの配置を編集する第6ステップとを備えることを特徴とする。これによってグループ相互の接続作業を著しく効率化し得、接続関係を容易に視認し得る。

【0018】

本発明に係る記憶媒体は、所定位置のターゲットを共通に含む所定数の画像を同一グループに定義し、各画像について撮影したカメラの位置およびその光軸の傾きを算出し、画像内の共通の物点を当該各画像について指定し、物点の3次元座標を算出し、この3次元座標に基づいて測量図を生成する写真測量画像処理プログラムにおいて、各グループに対応したオブジェクトを決定し、共通のターゲット位置のグループを上位グループとして定義する定義ルーチンと、表示装置の接続候補表示領域に、1つの任意の上位グループに含まれるオブジェクトを表示する候補表示処理ルーチンと、表示装置の接続編集領域において、接続候補表示領域で指定されたオブジェクトを同一上位グループのオブジェクトともに配置するとともに、同一上位グループ内の各オブジェクトを所定の順番に接続し、各オブジェクトの接続関係を表示する同一上位グループ接続処理ルーチンと、接続編集領域において、既に配置されたオブジェクトに新たに配置される異なる上位グループのオブジェクトを接続するために、接続される2つのオブジェクトに対応するグループの全画像において、共通して写し込まれた2つの点を対応付ける接続処理ルーチンと接続編集領域において、オブジェクトの配置を編集する編集処理ルーチンとを備えることを特徴とする写真測量画像処理プログラムを格納している。従って、汎用のパーソナルコンピュータにより写真測量画像処理プログラムを実行させることができ、高精度な測量図が容易に作成できる。

【0019】

【発明の実施の形態】

次に本発明に係る写真測量画像処理装置、写真測量画像処理方法、および写真

測量画像処理プログラムの実施形態を図面に基づいて説明する。

【0020】

図1は、本発明の一実施形態における写真測量の撮影状況を示す図であり、測量対象である道路の外形および白線を鉛直上方から見た水平面図である。同図には、撮影地点を示すカメラ位置M1～18が示され、各カメラ位置Mはそれぞれカメラ50の撮影光学系の後側主点位置に一致する。このカメラ位置M1～18からそれぞれ伸びる矢印は撮影光学系の光軸の方向を示している。カメラは図示しないCCDを備え、光学画像を電子画像、即ちデジタル画素データに変換する。

【0021】

撮影はカメラ位置M1から順に行われ、1つの測量対象に対して異なる2方向からの撮影が連続して行われる。カメラ位置M1およびM2で得られた2枚の画像は1つのグループ（グループGP1）として定義され、ターゲット位置RP1にあるターゲット（図中、L字で示される）を共通に写し込んでいる。続いて、カメラ位置M3およびM4（グループGP2）、カメラ位置M5およびM6（グループGP3）、・・・、カメラ位置M17およびM18（グループGP9）の順に、2回の連続撮影が順に行われる。このような撮影により、9グループのペア画像が得られる。

【0022】

ターゲットを全画像に写し込むために、撮影地点の移動に伴って、ターゲットはターゲット位置RP1からRP2、およびRP3へ順次移動させられる。グループGP1～3（カメラ位置M1～6の画像）においてはターゲットはターゲット位置RP1であり、グループGP4および5（カメラ位置M7～10の画像）のターゲット位置はRP2、グループ6～9（カメラ位置M11～18の画像）のターゲット位置はRP3である。

【0023】

図中、三角点で示される接続点RC1～4には、例えばコーン等の目印が置かれる。この接続点RCは、異なるターゲット位置RPの略中間に置かれ、少なくとも同一ターゲット位置における複数グループの内の1グループには必ず写し込

まれている。

【0024】

このようにして得られた9グループのペア画像(18枚)は、カメラによりメモリカード等の画像記憶媒体(符号13、図3)に所定のフォーマットに従って格納される。

【0025】

ターゲット位置RP2およびRP3は、その初期値RP1からの相対座標で表される。この相対座標は例えば移動量および回転角であり、ターゲットTに内蔵されたセンサ(図示せず)により測定され、ターゲットTからカメラに送信され、画像データ(デジタル画素データ)とともに画像記憶媒体13に格納される。

【0026】

図2は画像記憶媒体13に格納される測量写真データのフォーマットを示す図であり、画像18枚分の写真データ(図2ではn-2番目～n+1番目の写真データが示されている)が順次格納される。1個の写真データ(n番目)はヘッダHと画像データIMDよりなり、隣接する写真データとの区切りのため、画像データIMDの後に予備のスペースSPが設けられている。画像データIMDはデジタル画素データ列である。

【0027】

ヘッダHは画像名H1、識別番号H2、撮影日・撮影条件H3、回転角・移動量H4等を含む。画像名H1はカメラにおいてマニュアルで入力され、H3の撮影日はマニュアルあるいは、図示しない日時自動設定機構により決定される。識別番号H2は、例えば撮影ごとに1ずつインクリメントされる撮影地点番号と、ターゲットTが移動した際に1ずつインクリメントされるターゲット位置番号とを含み、画像のグループ化や、後述するグループ接続等に用いられる。

【0028】

H3の撮影条件は撮影時にカメラから入力され、カメラの焦点距離f、水平および垂直方向の画角 Θ_h および Θ_v 、CCDの分解能 r_p 等が含まれる。H4の回転角には撮影時におけるターゲットTの水平面上の回転角および方位が含まれ、移動量は最初のターゲット位置RP1(図1)からの移動量である。

【0029】

次に図3を参照して、画像記憶媒体13から9グループのペア画像を読み出して、測量図として図1に示すような水平面図を作成する写真測量画像処理装置の全体構成について説明する。同図には写真測量画像処理装置の全体構成を示すブロック図が示される。

【0030】

写真測量画像処理装置は、表示装置10、キーボードおよびマウス等の入力装置12、画像記憶媒体13およびCPU14を有し、これらは直接または間接的にバス15に接続されている。

【0031】

CPU14には、入力状態管理部41、表示状態管理部42、接続処理部43およびデータ管理部44が設けられ、ここで必要な管理、演算、処理が実行される。入力装置12には、バス15に接続された入力装置制御装置17が接続され、これによって入力装置12からの入力がバス15に転送され、また入力装置12の入力モード等が設定される。画像記憶媒体13はメモリカードリーダ等の記憶媒体制御装置18に挿入され、これによって画像記憶媒体13に格納された写真データ(図2)が適宜読み出される。

【0032】

さらにバス15には作業メモリ19、表示メモリ20が接続され、作業メモリ19はCPU14の演算、処理におけるキャッシュメモリ等に使用され、表示メモリ20には表示装置10で表示すべき内容が保持される。表示装置10には、バス15に接続された表示装置制御装置16が接続され、表示メモリ20内のデジタルデータが表示装置10のためのアナログRGB信号に変換される。

【0033】

CPU14の入力状態管理部41は入力装置12の設定を管理し、また入力された情報、例えばマウスにより画面上を移動するマウスポインタの座標、キーボードから入力された文字等を所定のデジタルデータに変換する。表示状態管理部42は表示装置10に表示すべき内容を管理し、表示に関する設定の変更等があったときには表示内容を変更する。接続処理部43は後述するグループ接続処理

に使用される。データ管理部44は画像記憶媒体13から読み込んだデータ内容を管理し、また後述するペア画像の設定内容および縮小画像であるオブジェクトのデータ、これに基づいて作成された種々の座標データ、作図された測量図のデータ等を管理する。

【0034】

図3に示す写真測量画像処理装置においては、まず画像記憶媒体13から画像18枚分の写真データが読み出され、これらに基づいてそれぞれカメラ位置M1～M18の3次元座標が算出される。

【0035】

図4～図6を参照して、ターゲットを用いたカメラ位置の算出方法を説明する。代表して、カメラ位置M1の場合について説明する。図4はカメラ位置M1におけるカメラ50による撮影状況を示す斜視図であり、図5は同撮影状況により得られた画像IM1とターゲットTの関係を概念的に示す斜視図、図6は画像IM1の概念図である。

【0036】

図4においては、カメラ50によって画角(FFでその境界を示す)内にターゲットTが捕らえられている。ターゲットTは基準点32、34、36を有し、これら基準点32、36を端点とし、基準点34を角部とする直角のL字型に形成される。基準点32、34間の長さ、および基準点34、36間の長さはともに長さLTとする。なお、点M1はカメラ位置を示し、一点鎖線O1はカメラ50の光軸を示す。

【0037】

図5に示すように、ターゲットTをカメラ50の結像面F上に結像した状態においては、光軸O1はカメラ位置M1および結像面Fの撮影中心Cを通り、結像面Fに投影された基準点32、34、36の像点p1、p2、p3は、カメラ位置M1と各基準点32、34、36とを結ぶ直線上にそれぞれ位置する。

【0038】

図5および図6に示すように、結像面Fに実質的に一致する画像IM1には、撮影中心Cを原点(0, 0)とする写真座標系(Xp, Yp)が設定される。こ

の写真座標系において像点 p_1 、 p_2 、 p_3 の 2 次元座標は、それぞれ p_1 (x_{p1} , y_{p1})、 p_2 (x_{p2} , y_{p2})、 p_3 (x_{p3} , y_{p3}) である。

【0039】

また、図 5において、カメラ位置 M_1 を原点 (0, 0, 0) とする 3 次元座標系がカメラ座標系 (X_c , Y_c , Z_c) として設定されており、 X_c 軸および Y_c 軸はそれぞれ写真座標系の X_p 軸および Y_p 軸に平行であり、 Z_c 軸は光軸 O_1 に一致する。

【0040】

カメラ座標系における基準点 32、34、36 の 3 次元座標を P_{ci} (P_{cx_i} , P_{cy_i} , P_{cz_i}) (ただし、 $i = 1 \sim 3$) と定義すると、像点である写真座標 p_i (x_{pi} , y_{pi}) と基準点のカメラ座標 (P_{cx_i} , P_{cy_i} , P_{cz_i})との関係は式 (1) および式 (2) により示される。なお、式 (1) および式 (2) において、 f はカメラ 50 の焦点距離である。

【数1】

$$x_{pi} = f \times \frac{P_{cx_i}}{P_{cz_i}} \quad (i = 1 \sim 3) \quad \text{式 (1)}$$

$$y_{pi} = f \times \frac{P_{cy_i}}{P_{cz_i}} \quad (i = 1 \sim 3) \quad \text{式 (2)}$$

【0041】

さらに、図 5において、ターゲット T の基準点 34 を原点とする 3 次元座標が第 1 シーン座標系 (X_s , Y_s , Z_s) として設定される。第 1 シーン座標系の X_s 軸、 Z_s 軸は基準点 34、32、基準点 34、36 の辺にそれぞれ沿っており、 Y_s 軸は X_s 軸、 Z_s 軸に対して垂直である。ターゲット T が傾斜面に置かれたときには、その X_s 軸、 Z_s 軸の水平面に対するそれぞれの回転角 (図 2 の H4) が画像データとともに記録されており、これにより X_s 軸および Z_s 軸の傾きが補正される。従って、 Y_s 軸は鉛直方向に、 $X_s - Z_s$ 平面は水平面に一致せしめられる。

【0042】

ここで、第1シーン座標系におけるカメラ位置M1の座標を(ΔX , ΔY , ΔZ)、光軸O1の傾きを(α , β , γ)と定義すると、カメラ座標 P_{ci} (P_{cx_i} , P_{cy_i} , P_{cz_i})とシーン座標 P_{si} (P_{sx_i} , P_{sy_i} , P_{sz_i})との関係は、式(3)により示される。

【数2】

$$P_{ci} = R \bullet (P_{si} - \Delta) \quad \text{式(3)}$$

$$R = \begin{pmatrix} \cos\beta\cos\gamma & \cos\alpha\sin\gamma + \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma & \sin\alpha\sin\gamma - \cos\alpha\sin\beta\cos\gamma \\ -\cos\beta\cos\gamma & -\cos\alpha\cos\gamma - \sin\alpha\sin\beta\sin\gamma & \sin\alpha\cos\gamma + \cos\alpha\sin\beta\sin\gamma \\ \sin\beta & -\sin\alpha\cos\beta & \cos\alpha\cos\beta \end{pmatrix} \quad \text{式(4)}$$

【0043】

なお、式(3)におけるRは回転行列であり、式(4)に示されるように、光軸O1(Zc軸)の方向余弦 $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ で表される。また、式(3)における Δ は、座標原点移動量であり、カメラ位置M1のシーン座標(ΔX , ΔY , ΔZ)に一致する。

【0044】

実際には、基準点部材32、34、36は白色、ターゲットTは黒色を呈し、画像記憶媒体13から画像IM1がCPU14に読み込まれると、2値化処理等の画像処理が施されて、基準点32、34、36が自動抽出されて、その写真座標 p_i (x_{pi} , y_{pi})($i = 1 \sim 3$)が求められる。また、第1シーン座標系における基準点32、34、36のシーン座標は、それぞれ $P_{s1}(-LT, 0, 0)$ 、 $P_{s2}(0, 0, 0)$ 、 $P_{s3}(0, 0, LT)$ である(図5)。これらの値により、逐次近似解法を用いて、第1シーン座標系におけるカメラ位置M1のシーン座標(ΔX , ΔY , ΔZ)、光軸O1の傾き(α , β , γ)が算出される。

【0045】

カメラ位置M1のシーン座標(ΔX , ΔY , ΔZ)および光軸O1の傾き(α , β , γ)からなる6つのパラメータを、カメラパラメータと呼ぶ。残り17枚

の画像IM2~18のカメラパラメータについても、同様の手法で求められる。

【0046】

しかし、各画像のカメラパラメータはターゲット位置PRに基づいたシーン座標系で表されており、ターゲットTが移動すれば各シーン座標系が異なるものとなるため、全画像から1つの測量図を作成するためには、各シーン座標系を統一する必要がある。ここでは第1シーン座標系を基準座標に定め、ターゲット位置RP2を原点とする第2シーン座標系、およびターゲット位置RP3を原点とする第3シーン座標系に、それぞれ座標変換を施している。

【0047】

図7は、第2シーン座標系(Xs', Zs')におけるカメラ位置M7、M8を基準座標(Xs, Zs)に座標変換する状況を示す概念図である。ターゲット位置RP1からターゲット位置RP2への相対移動量を(Xdp, Zdp)、Xs軸に対するXs'軸(あるいはZs軸に対するZs'軸)の回転角を ξ とすると、その座標変換は式(5)で表される。また、光軸O7およびO8の傾きについては回転角 ξ がそれぞれの α 、 γ に加算される。なお、この相対移動量および回転角は、ヘッダH4に記録されたデータに基づいて求められる。

【数3】

$$\begin{pmatrix} Xs \\ Zs \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \xi & -\sin \xi \\ \sin \xi & \cos \xi \end{pmatrix} \begin{pmatrix} Xs' \\ Zs' \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} Xdp \\ Zdp \end{pmatrix} \quad \text{式(5)}$$

【0048】

この座標変換により、カメラ位置M7~10および光軸O7~10が基準座標(Xs, Zs)で表される。第3シーン座標系におけるカメラ位置M11~18および光軸O11~18についても、同様に座標変換が施される。なお、異なるターゲット位置RPにおいて鉛直方向の移動がある場合には、ヘッダHに記録されたデータに基づいて適宜補正されるが、実際には無視できる程度の誤差である。

【0049】

以上のようにして、異なるターゲット位置であっても全画像を同一の座標系に

統一することができるので、広範囲にわたる測量図を一度に作成することができる。

【0050】

基準座標系における全カメラ位置M 1～18 および全光軸傾きO 1～18 が求められることにより、同一グループ内の2枚の画像が対応付けられるとともに、異なるグループ同士も対応付けられる。また、物点の3次元座標と、ペア画像上における像点の2次元座標とが対応付けられる。従って、ペア画像において共通に移し込まれている物点の像点を指定すると、これら2つの像点に基づいて物点の3次元座標が特定できる。

【0051】

実際には、物点がカメラ位置から離れる程、画像上ではその像点の誤差は大きくなる傾向があるため、高精度の測量図を得るために、1グループの撮影範囲は狭められる。このため、特に一直線の道路等の変化の乏しい撮影対象物を多数回に分けて撮影する場合には、類似した画像が多くなる。従って、異なるグループのペア画像の判別が目視では非常に難しくなり、作業効率が著しく低下する。

【0052】

本実施形態では、以下に説明するように、全グループの相互関係、あるいは撮影履歴を表示装置10の画面上で容易に視認できる構成となっている。

【0053】

同一ターゲット位置のグループは、シーン座標系が同一であるので予め相互に関連付けられており、1つの上位グループに定義される。同一上位グループGG内においては、各グループGPは所定の順番、例えば撮影順に接続され、上位グループGGの順番もターゲット位置の順番に応じて定められる。上位グループGGのグループ分け、および上位グループGG内における接続は、図2に示す写真データのヘッダH2に格納される識別番号（ターゲット位置番号）に基づいて決定される。

【0054】

詳述すると、ターゲット位置がRP1であるグループGP1～3が上位グループGG1に定義され、ターゲット位置がRP2であるグループGP4、5が上位

グループGG2に、ターゲット位置がRP3であるグループGP6~9が上位グループGG3に定められる。

【0055】

ターゲット位置RPが異なる上位グループGGについては、シーン座標系が異なるので、マニュアル操作により両者が「グループ接続」され、式(5)で示す変換式により両者のシーン座標系が統一される。以下、この「グループ接続」作業について説明する。

【0056】

図8は、表示装置10における表示画面の初期状態を示す図である。この表示画面の右側には接続候補表示領域GDAが設けられる。接続候補表示領域GDAには、1つの上位グループGG(上位グループGG1)が表示されている。各グループGPはそれぞれ2枚の画像によって構成されるが、接続候補表示領域GDAには、「オブジェクトOB」として例えば各グループGPの一方の画像を縮小した縮小画像が表示される。これにより、簡略な表現でありながら各グループGPの特徴を明示し得る。このオブジェクトOBのデータは、写真測量画像処理装置において、画像記憶媒体13から写真データが読み込まれた後に、各画像に対応して生成され、作業メモリ19内に格納される(図3)。

【0057】

図8においては、上位グループGG1を構成するグループGP1~3の代表として、画像IM1、IM3およびIM5の縮小画像が垂直方向に沿って上から順にオブジェクトOB1、OB2およびOB3として表示される。

【0058】

接続候補表示領域GDAの図中上方には、上位グループ送りボタンGGAおよび上位グループ戻しボタンGGRが設けられており、上位グループ送りボタンGGAによって順位が後の上位グループGGのオブジェクトOBが順次選択表示され、上位グループ戻しボタンGGRによって順位が前の上位グループGGのオブジェクトOBが順次選択表示される。

【0059】

これにより接続候補表示領域GDAにオブジェクトOBを上位グループGGご

とに切り替え表示でき、任意の上位グループGGのオブジェクトOBを選択できる。なお接続候補表示領域GDAに表示する上位グループGGを2個以上とし、あるいは表示個数を適宜変更可能な構成とすることも勿論可能である。

【0060】

接続候補表示領域GDAの図中左方には接続編集領域CEAが設けられ、この接続編集領域CEAにおいて、接続候補表示領域GDAで選択されたオブジェクトOBの配置等がマニュアルにより自在に編集され、これにより各グループGPの相互の接続関係が定義されるとともに、撮影履歴を容易に視覚化し得る。

【0061】

接続編集領域CEAの図中上方には、左端から順に配置モードボタンARM、移動モードボタンMVM、削除モードボタンDLMの3つの編集モード設定ボタンが設けられ、オペレータにより「配置モード」、「移動モード」および「削除モード」の中から何れか1つの編集モードが選択される。

【0062】

「配置モード」のときには、接続候補表示領域GDAで選択されたオブジェクトOBを上位グループGGごとに接続編集領域CEAへ配置できる。「移動モード」が設定されているときには、接続編集領域CEA内において各オブジェクトOBを任意の位置に移動できる。また「削除モード」が設定されているときには、接続編集領域CEAに配置されているオブジェクトOBを上位グループGGごとに一括して削除し、接続候補表示領域GDAへ退避できる。なお、図8に示す初期状態においては、予め「配置モード」に設定されており、配置モードボタンARMがハッチングで示される。

【0063】

また、接続編集領域CEAの図中右上には、表示更新ボタンDRMおよび表示設定ボタンDSTが設けられ、さらにその上方にはオペレータにメッセージを報知するためのメッセージ表示領域MSAが設けられる。表示設定ボタンDSTのクリックによって、図示しない表示設定変更メニューが表示され、接続編集領域CEAに表示するオブジェクトOBの大きさおよび表示画像の変更、あるいはオブジェクトOB間を接続する接続線CNL（図9）の線種、線幅および線色等な

どが適宜変更される。そして表示更新ボタンD R Mのクリックによって、設定変更の結果に基づいて接続編集領域C E Aが更新表示される。さらに表示画面の右上隅には、グループ接続処理の終了を指示する完了ボタンC I B、およびグループ接続処理の中止を指示するキャンセルボタンC S Bが設けられる。

【0064】

上位グループG G 1のオブジェクトO B 1～3は、接続候補表示領域G D Aから接続編集領域C E Aへ移動させられると同時に互いに接続される。詳述すると、「配置モード」状態において、接続候補表示領域G D Aに示された上位グループG G 1の任意のオブジェクトO B、例えばオブジェクトO B 1（画像I M 1）をマウスクリックにより指定する。このとき、指定されたオブジェクトO B 1の周囲は一点鎖線で囲まれて指定画像であることが示され、他の画像と区別される。なお、指定画像の区別化は一点鎖線表示でなくてもよく、線種、線幅あるいは線色等の変更、反転表示等で示してもよい。

【0065】

その後、接続編集領域C E A内にマウスポインタを移動させると、マウス操作に応じて移動するオブジェクトマーカG M（図中、破線で示す）が表示される。このオブジェクトマーカG Mは、マウスポインタを中心としオブジェクトO B 1とほぼ同じ大きさの長方形を呈している。編集領域C E A内におけるオブジェクトマーカG Mの位置をマウスで指定することにより、上位グループG G 1は接続編集領域C E Aの指定位置に移動する。

【0066】

図9は、上位グループG G 1が接続編集領域C E Aに移動した状態を示す。図8で示されたオブジェクトマーカG Mの位置にはオブジェクトO B 1が配置され、同時にオブジェクトO B 2およびO B 3がその下に連続して表示される。連続する2つのオブジェクトO B間（O B 1～O B 2間、O B 2～O B 3間）には接続線C N Lが示され、相互に接続されていることが明示される。接続編集領域C E Aにおいては、2つのオブジェクトO Bの略中央を結ぶ接続線C N Lが描かれ、その上に2つのオブジェクトO Bが覆うように表示される。

【0067】

このように、同一上位グループGG内におけるオブジェクトOB間の接続は、接続編集領域CEAへのオブジェクトOBの移動により、自動的に行われる。同時に、同一上位グループGG内のグループGPは撮影順に接続される。接続された2つのオブジェクトOB間は接続線CNLで結ばれるので、接続関係をが容易に視認できる。

【0068】

上位グループGG1の接続編集領域CEAへの移動によって、上位グループGG1を除いた中で一番前の順位にある上位グループGG、即ち上位グループGG2のオブジェクトOB4およびOB5が、接続候補表示領域GDAに新たに表示される。

【0069】

続いて、図10～図12を参照して、上位グループGG2のオブジェクトOB4および5を、既に接続が終了しているオブジェクトOB1～3に接続する操作について説明する。具体的には、前述した操作と同じ操作によってオブジェクトOB4および5を接続編集領域CEAへ一括して移動して互いに接続し、次にマニュアルでオブジェクトOB3にオブジェクトOB4を接続する。

【0070】

まず、接続候補表示領域GDAにおいて接続すべきオブジェクトOB4が指定され、一方、接続編集領域CEAにおいて接続されるべきオブジェクトOB3が指定され、これらの周囲は一点鎖線に表示変更される。これら2つのオブジェクトOB3、4の指定が完了し、マウスポインタを接続編集領域CEA内に移動すると、オブジェクトマーカGMが表示され、オブジェクトOB4を配置すべき位置が示される。マウス操作によりオブジェクトマーカGMを移動すれば、配置位置を変更し得る。位置が決定した時点でマウスをクリックすると、オブジェクトOB4の位置が確定する。

【0071】

ここで、図11に示すように、オブジェクトOB3とオブジェクトOB4とを接続する画面に切り替えられる。図11には、オブジェクトOB3に対応するグループGP3のペア画像IM5およびIM6が上段に並列して表示され、オブジ

エクトOB4に対応するグループGP4のペア画像IM7およびIM8が下段に並列して表示される。

【0072】

これらの画像IM5～8において、接続点RC1およびRC2（図1）の像点が指定される。なお、これらの接続点RC1およびRC2は、図1の撮影ではコーンを載置することにより示されていたが、全画像IM5～8内に共通に写し込まれた2点であればよい。

【0073】

接続点RC1の像点の指定においては、まず、第1の指定モードボタンKB1がクリックされ、これにより、以後マウスにより画像IM5～8で連続して指定される4点が接続点RC1の像点として対応付けられる。接続点RC1の像点は画像IM5～8においてそれぞれRC15、RC16、RC17およびRC18で示される。同様に、第2の指定モードボタンKB2のクリック後、画像IM5～8において、接続点RC2の像点RC25、RC26、RC27およびRC28が指定される。

【0074】

ペア画像IM5およびIM6において、接続点RC1の像点RC15、RC16が指定されると、これら像点の写真座標から、第1シーン座標系における接続点RC1の3次元座標が求められ、同様に像点RC17、RC18の写真座標から、第2シーン座標系における3次元座標が求められる。これにより、第1シーン座標系に対する第2シーン座標系の相対移動量が求められる。さらに、接続点RC2の第1および第2シーン座標系における3次元座標を加味すれば、第1シーン座標系に対する第2シーン座標系の回転角が求められる。従って、図7に示すXdp、Zdp、および θ が求められることとなり、式（5）に基づいて座標変換が行える。

【0075】

2つの接続点RC1およびRC2の対応付けが完了したときには、完了ボタンOFNを指示することにより、接続処理が完了する。これにより、グループGP4がグループGP3に接続され、同時に第2シーン座標系で表されていたグル

PGP4およびGP5が第1シーン座標系（基準座標系）に座標変換される。なお、完了ボタンOFNの下には処理を中断するためのキャンセルボタンOCSが設けられる。なお、像点指定の際には図示しない倍率設定メニューにより像点の近傍の画像を任意に拡大でき、像点指定が高精度に行われる。

【0076】

接続処理が完了すると、図12に示す画面に切り替えられ、オブジェクトOB3とオブジェクトOB4とが接続線CNLで接続される。このとき、接続候補表示領域GDAには次の順位の上位グループGG3のオブジェクトOB6～9が表示される。上位グループGG3の接続に関しては、上述の操作と同様であり、ここでは説明を省略する。

【0077】

図13を参照して、「移動モード」について説明する。移動モードボタンMV Mがマウスにより指定されると、「移動モード」に設定され、接続編集領域CE A内におけるオブジェクトOBの配置変更を可能にする。これによって図13に示すように、各グループGPにより示される撮影領域の実際の位置関係に近い表示が可能であり、あるいは、接続編集領域CE Aで表示に適した配置を設定し得る。なお、このとき接続候補表示領域GDAおよび接続編集領域CE AにおけるオブジェクトOBの移動は不可である。

【0078】

具体的には、任意のオブジェクトOBをマウスで指定すると、このオブジェクトの周囲が一点鎖線表示されるとともに、オブジェクトマーカGMが発生する。このオブジェクトマーカGMを移動させたい位置にマウスで移動させてクリックすると、このオブジェクトマーカGMに示された位置に指定されたオブジェクトOBが移動する。

【0079】

また、図示されないが、削除モードボタンDLMにより「削除モード」が設定された場合には、接続編集領域CE Aで指定されたオブジェクトOBが、このオブジェクトOBと同一上位グループGGのオブジェクトOBとともに、接続候補表示領域GDAへ移動せしめられる。このとき、オブジェクトOB間およびグル

ープGP間の接続関係も同時に削除される。

【0080】

図14～図30を参照して、CPU14において実行されるグループ接続処理ルーチンについて説明する。このグループ接続処理ルーチンは、画像記憶媒体13から読み込まれた全画像IMについて、そのカメラパラメータが求められた後に実行される。

【0081】

図14および図15はグループ接続処理のメインルーチンを示すフローチャートである。

【0082】

初めに、表示装置10の画面が初期化され（ステップS101）、初期モードとして「配置モード」が設定される（ステップS102）。このとき編集モードを示す変数mode（=1～3）には1が代入される。なお、mode=2は移動モードボタンMVMにより設定される「移動モード」を示し、mode=3は削除モードボタンDLMにより設定される「削除モード」を意味する。

【0083】

次に、接続編集領域CEAに新たに配置させるグループGPを示す配置用変数AddNum、および接続編集領域CEA内において編集および削除の対象となるグループGPを示す編集用変数EditNumが初期化され（ステップS103）、さらに接続編集領域CEAに表示するグループGPの番号を示す接続リストCEAListが空にされ、接続候補表示領域GDAに表示するグループGPを示す候補リストGDAListに全グループGPの番号が格納される（ステップS104）。そしてGDAListに格納された要素（全グループGP）に基づいて、接続候補表示領域GDAの表示が更新される（ステップS105）。以上のステップにより、表示画面が図8に示す状態となる。

【0084】

接続候補表示領域GDAに接続候補となるグループGPのオブジェクトOBが表示された後、接続編集領域CEA内にマウスポインタが移動したか否かが検出される（ステップS106）。接続編集領域CEA内においてマウスポインタが

検出された場合にのみ、マーカ表示処理サブルーチン（ステップS200）が実行され、オブジェクトマーカGM（図8）の表示または非表示が更新される。

【0085】

続いてマウスクリックの有無が検出され（ステップS107）、クリックがあったときにのみ、クリック場所に応じて7つの分岐処理サブルーチンB1、B2、B3、B4、A1、A2およびEに移行する（ステップS108）。

【0086】

クリックがなかったとき（ステップS107）、クリック場所が分岐処理に対応する所定の領域内でなかったとき（ステップS108）には、ステップS106に戻る。即ち、所定の領域がクリックされるまでステップS106からステップS108が繰り返し実行される。また、6つの分岐処理サブルーチンB1、B2、B3、B4、A1およびA2が終了すると、ステップS106に戻る。

【0087】

図16はマーカ表示処理サブルーチン（ステップS200）の詳細を示すフローチャートである。まずオブジェクトマーカGMが表示されているか否かが判定され（ステップS201）、表示されていたときにのみ、以前のオブジェクトマーカGMが消去され（ステップS202）、現在のマウス位置にオブジェクトマーカGMが表示される（ステップS203）。即ち、一度表示されたオブジェクトマーカGMは、マウスがクリックされない間はマウス操作により接続編集領域CEA内を移動する。

【0088】

図17は、図15に示す第1の分岐処理サブルーチンB1（ステップS300）の詳細を示すフローチャートであり、クリック場所が上位グループ送りボタンGGAまたは上位グループ戻しボタンGGRであったときに実行される。

【0089】

まず、現在のGDAListの内容に基づいて、上位グループ送りボタンGGAの場合には次の順位の上位グループGG、上位グループ戻しボタンGGRの場合には前の順位の上位グループGGが接続候補表示領域GDAに更新表示される（ステップS301）。そして、EditNumおよびAddNumが初期化さ

れて（ステップS302）、第1の分岐処理サブルーチンB1が終了する。

【0090】

図18は、図15に示す第2の分岐処理サブルーチンB2（ステップS400）の詳細を示すフローチャートであり、クリック場所が配置モードボタンARMであったときに実行される。配置モードボタンARMがクリックされると、modeに1が代入されて「配置モード」に設定され（ステップS401）、EditNumおよびAddNumはともに初期化される（ステップS402）。そして配置モードボタンARMがON表示（例えば凹状に表示する）に切り替えられ、他のボタンMVMおよびDLMはOFF表示（例えば凸状に表示する）に切り替えられて（ステップS403）、第2の分岐処理サブルーチンB2が終了する。

【0091】

図19は、図15に示す第3の分岐処理サブルーチンB3（ステップS500）の詳細を示すフローチャートであり、クリック場所が移動モードボタンMVMであったときに実行される。移動モードボタンMVMがクリックされると、modeに2が代入されて「移動モード」に設定され（ステップS501）、EditNumおよびAddNumはともに初期化される（ステップS502）。そして移動モードボタンMVMがON表示に切り替えられ、他のボタンARMおよびDLMはOFF表示に切り替えられて（ステップS503）、第3の分岐処理サブルーチンB3が終了する。

【0092】

図20は、図15に示す第4の分岐処理サブルーチンB4（ステップS600）の詳細を示すフローチャートであり、クリック場所が削除モードボタンDLMであったときに実行される。削除モードボタンDLMがクリックされると、modeに3が代入されて「削除モード」に設定され（ステップS601）、EditNumおよびAddNumはともに初期化される（ステップS602）。そして削除モードボタンDLMがON表示に切り替えられ、他のボタンARMおよびMVMはOFF表示に切り替えられて（ステップS603）、第4の分岐処理サブルーチンB4が終了する。

【0093】

図21は、図15に示す第5の分岐処理サブルーチンA1（ステップS700）の詳細を示すフローチャートであり、クリック場所が接続候補表示領域GDAであったときに実行される。

【0094】

`mode = 1`、すなわち「配置モード」であったとき（ステップS701）、さらにクリック場所がオブジェクトスコープ内であったか否か、即ち接続候補表示領域GDAに表示されたオブジェクトOBの何れか1つがクリックにより指定されたか否かが判定される（ステップS702）。オブジェクトOBが指定されていれば、AddNumに指定オブジェクトOBに対応するグループGPの番号が代入される（ステップS703）。ここで一旦、EditNumは初期化され（ステップS704）、第5の分岐処理サブルーチンA1は終了する。`mode = 1`でなかったとき、およびオブジェクトOBが指定されなかったときはそのまま第5の分岐処理サブルーチンA1が終了する。

【0095】

図22は、図15に示す第6の分岐処理サブルーチンA2（ステップS800）の詳細を示すフローチャートであり、クリック場所が接続編集領域CEAであったときに実行される。

【0096】

接続編集領域CEAに表示されたオブジェクトOBの何れか1つが指定されていれば（ステップS801）、そのときの編集モード（`mode`）に応じて分岐処理サブルーチンM11、M12およびM13にそれぞれ移行する（ステップS802）。また、オブジェクトOBが指定されていない場合（ステップS801）においても、そのときの編集モードに応じて分岐処理サブルーチンM21、M22にそれぞれ移行する（ステップS803）。これら5つの分岐処理サブルーチンM11、M12、M13、M21およびM22が終了すると、第6の分岐処理サブルーチンA2が終了する。なお、接続編集領域CEAのオブジェクトOBが指定されず、さらに「削除モード」（`mode = 3`）であった場合には、直ちに第6の分岐処理サブルーチンA2が終了する。

【0097】

図23は、図15に示す第7の分岐処理サブルーチン（ステップS900）の詳細を示すフローチャートであり、クリック場所が完了ボタンCIBであったときに実行される。完了ボタンCIBがクリックされると、CEAListの内容、即ち接続編集領域CEAに表示されたグループGPの接続関係がCPU14の所定のメモリ内に格納され（ステップS901）、グループ接続処理ルーチンが完了する。

【0098】

図24は、図22に示す第8の分岐処理サブルーチンM11（ステップS1100）の詳細を示すフローチャートであり、「配置モード」（mode=1）であったときに実行される。

【0099】

AddNumが0でない、即ち接続候補表示領域GDAのオブジェクトOBが指定されていると判定されると（ステップS1101）、接続編集領域CEAの現在指定しているオブジェクトOBに対応するグループGPの番号が、EditNumに代入される（ステップS1102）。そして、接続編集領域CEAにオブジェクトマーカGMが表示されて（ステップS1103）、第8の分岐処理サブルーチンM11が終了する。接続候補表示領域GDAのオブジェクトOBが指定されていない場合（ステップS1101）には、直ちに第8の分岐処理サブルーチンM11は終了する。

【0100】

図25は、図22に示す第9の分岐処理サブルーチンM12（ステップS1200）の詳細を示すフローチャートであり、「移動モード」（mode=2）であったときに実行される。

【0101】

EditNumが0である、即ち現在の指定より以前に接続編集領域CEAのオブジェクトOBが指定されていないと判定されると（ステップS1201）、接続編集領域CEAの現在指定しているオブジェクトOBに対応するグループGPの番号が、EditNumに代入される（ステップS1202）。そして、接

続編集領域CEAにオブジェクトマーカGMが表示されて（ステップS1203）、第9の分岐処理サブルーチンM12が終了する。以前に接続編集領域CEAのオブジェクトOBが指定されている場合（ステップS1201）には、指定する必要がないとして、直ちにこの分岐処理サブルーチンM12は終了する。

【0102】

図26は、図22に示す第10の分岐処理サブルーチンM13（ステップS1300）の詳細を示すフローチャートであり、「削除モード」（mode=3）であったときに実行される。

【0103】

まず、現在指定しているオブジェクトOBを含んだ上位グループGGに対応するグループGPの番号が、CEAListから除かれ（ステップS1301）、GDAListに追加される（ステップS1302）。そして更新されたCEAListに基づいて、接続編集領域CEAにおいて、表示すべきオブジェクトOBとこれらオブジェクトOB間の接続線CNLとが再表示され（ステップS1303）、更新されたGDAListに基づいて、接続候補表示領域GDAが再表示される（ステップS1304）。言い換えると、指定オブジェクトOBおよびこの指定オブジェクトOBと同一上位グループGGのオブジェクトOBが、接続編集領域CEAから接続候補表示領域GDAへ戻される。そしてEditNumおよびAddNumが初期化され（ステップS1305）、第10の分岐処理サブルーチンM13が終了する。

【0104】

図27は、図22に示す第11の分岐処理サブルーチンM21（ステップS1400）の詳細を示すフローチャートであり、「移動モード」（mode=2）であったときに実行される。EditNumが0でない、即ち接続編集領域CEAにおいてオブジェクトOBが指定されている場合（ステップS1401）、指定オブジェクトOBは現在マウス（オブジェクトマーカGM）で指定している場所に移動させられ（ステップS1402）、第11の分岐処理サブルーチンM21が終了する。接続編集領域CEAにおいてオブジェクトOBが指定されていない（EditNum=0）場合には、直ちに第11の分岐処理サブルーチンM

21が終了する。これにより、各オブジェクトOBを任意の位置に移動できる。

【0105】

図28および図29は、図22に示す第12の分岐処理サブルーチンM22（ステップS1500）の詳細を示すフローチャートであり、「配置モード」（mode=1）であったときに実行される。

【0106】

AddNumおよびEditNumがともに0でない（ステップS1501、1502）、即ち接続候補表示領域GDAおよび接続編集領域CEAの双方でオブジェクトOBが指定されている場合、これら2つのオブジェクトOBを接続する接続処理サブルーチン（ステップS1700）が実行される。この後、AddNumに一致するグループGPの番号がGDAListから削除されて（ステップS1505）、CEAListに追加される（ステップS1506）。ここでグループGPの番号の削除および追加は、上位グループGGごとに行われる。

【0107】

そして接続編集領域CEAにおいて、表示すべきオブジェクトOBとこれらオブジェクトOB間の接続線CNLとが再表示され（ステップS1507）、接続候補表示領域GDAが再表示される（ステップS1508）。画面上では指定オブジェクトOBおよびこの指定オブジェクトOBと同一上位グループGGのオブジェクトOBが、接続候補表示領域GDAから接続編集領域CEAへ新たに配置される。そしてEditNumおよびAddNumが初期化され（ステップS1509）、第12の分岐処理サブルーチンM22が終了する。

【0108】

接続候補表示領域GDAのみでオブジェクトOBが指定され（ステップS1501、1502）、かつCEAListが空で接続編集領域CEAにオブジェクトOBが何も表示されていない場合（ステップS1504）には、接続編集領域CEAに接続されるオブジェクトOBがないので、接続処理サブルーチンが実行されずにオブジェクトOBの移動のみが行われる。また、接続候補表示領域GDAおよび接続編集領域CEAの双方でオブジェクトOBが指定されなければ、直ちに第12の分岐処理サブルーチンM22が終了する。

【0109】

図30は、図28に示す接続処理サブルーチン（ステップS1700）の詳細を示すフローチャートである。接続サブルーチンにおいては、図11に示すように、接続候補表示領域GDAの指定オブジェクトOBに対応するグループGPのペア画像が上段に、接続編集領域CEAの指定オブジェクトOBに対応するグループGPのペア画像が下段に表示される（ステップS1701、1702）。表示された4枚の画像において、接続点RC1およびRC2の像点がそれぞれ指定されて、2つのグループGPが接続される。以上で2つのオブジェクトOBが接続されたものとして、接続処理サブルーチンが終了する。

【0110】

以上でグループ接続処理が完了し、その後、接続編集領域CEAに示された配置結果を用いて、各グループGPのペア画像における像点の指定、物点の座標演算、および測量図の作成が行われる。

【0111】

前述のとおり、画面上において、グループGPごとに代表の画像IMをオブジェクトOBとして表示し、これらオブジェクトOB間を接続線CNLで接続することにより、各グループGPのグループ接続が視覚的に行え、撮影の履歴およびグループの接続関係が容易に視認できる。また、オブジェクトOBがオペレータにより任意の位置に配置変更できるので、撮影履歴をより視覚的に把握し易い。従って、この配置結果を用いれば、物点指定を効率よく行うことができる。

【0112】

【発明の効果】

本発明によれば、写真測量におけるグループ間の接続編集作業を効率的に実行でき、マニュアル作業を大幅に効率化し得る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 写真測量における撮影状況を模式的に示す図であって、鉛直上方から見た水平面図である。

【図2】 本発明に係る写真測量画像処理装置の一実施形態で処理される写真データのフォーマットを示す概念図である。

【図3】 本発明に係る写真測量画像処理装置の全体構成を示すブロック図である。

【図4】 1枚の画像の撮影状況を示す斜視図である。

【図5】 図4に示す撮影状況における画像、カメラ位置およびターゲットの関係を模式的に示す斜視図である。

【図6】 図4に示す撮影状況により得られた画像を示す概念図である。

【図7】 異なるカメラ位置を1つの基準座標に変換する状況を示した概念図である。

【図8】 図3に示す表示装置の表示画面を示す概念図である。

【図9】 接続候補表示領域のオブジェクトを接続編集領域に配置した状態の表示画面を示す概念図である。

【図10】 さらに他の接続候補表示領域のオブジェクトを選択した状態の表示画面を示す概念図である。

【図11】 接続処理を実行するための別の表示画面を示す概念図である。

【図12】 接続処理後の表示画面を示す概念図である。

【図13】 接続編集領域内においてオブジェクトを移動した状態の表示画面を示す概念図である。

【図14】 図3に示すCPUにおいて実行されるグループ接続処理のメインルーチンの前半を示すフローチャートである。

【図15】 グループ接続処理のメインルーチンの後半を示すフローチャートである。

【図16】 図15に示すマーク表示処理サブルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【図17】 図15に示す第1の分岐処理サブルーチンB1の詳細を示すフローチャートである。

【図18】 図15に示す第2の分岐処理サブルーチンB2の詳細を示すフローチャートである。

【図19】 図15に示す第3の分岐処理サブルーチンB3の詳細を示すフローチャートである。

【図2'0】 図1'5に示す第4の分岐処理サブルーチンB'4の詳細を示すフローチャートである。

【図2'1】 図1'5に示す第5の分岐処理サブルーチンA'1の詳細を示すフローチャートである。

【図2'2】 図1'5に示す第6の分岐処理サブルーチンA'2の詳細を示すフローチャートである。

【図2'3】 図2'2に示す第7の分岐処理サブルーチンM'1'1の詳細を示すフローチャートである。

【図2'4】 図2'2に示す第8の分岐処理サブルーチンM'1'2の詳細を示すフローチャートである。

【図2'5】 図2'2に示す第9の分岐処理サブルーチンM'1'3の詳細を示すフローチャートである。

【図2'6】 図2'2に示す第10の分岐処理サブルーチンM'2'1の詳細を示すフローチャートである。

【図2'7】 図2'2に示す第11の分岐処理サブルーチンM'2'2の詳細を示すフローチャートである。

【図2'8】 図2'2に示す第12の分岐処理サブルーチンM'1'2の詳細を示すフローチャートであり、前半部分を示す図である。

【図2'9】 図1'7のステップS'4'0'3における第3の分岐の処理を示すフローチャートであり、後半部分を示す図である。

【図3'0】 図2'8に示す接続処理サブルーチンの詳細を示すフローチャートである。

【符号の説明】

1'0 表示装置

1'2 入力装置

1'3 画像記憶媒体

G'D'A 接続候補表示領域

C'E'A 接続編集領域

G'G、G'G'1～G'G'3 上位グループ

GP、GP1~GP9 グループ

IM、IM1~IM18 画像

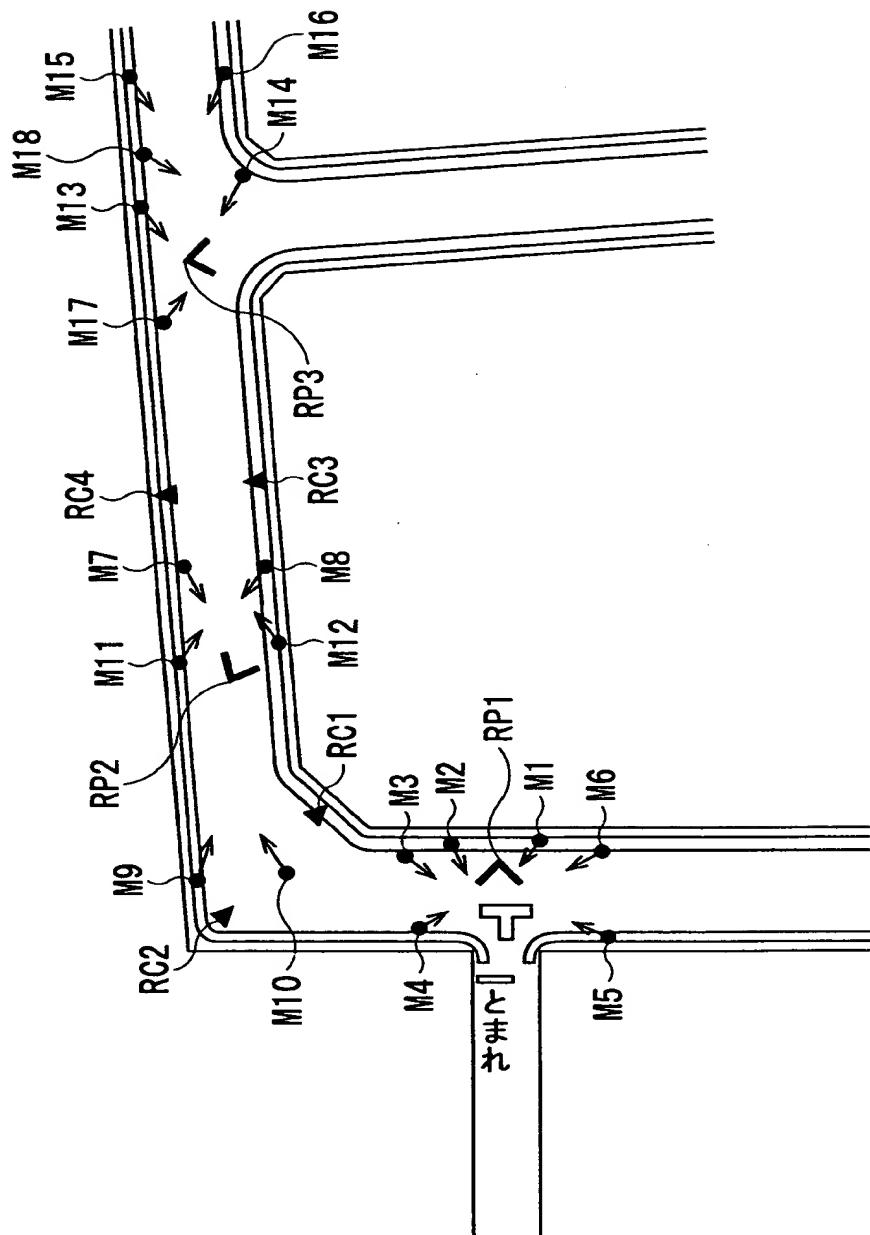
T ターゲット

RP、RP1~RP3 ターゲット位置

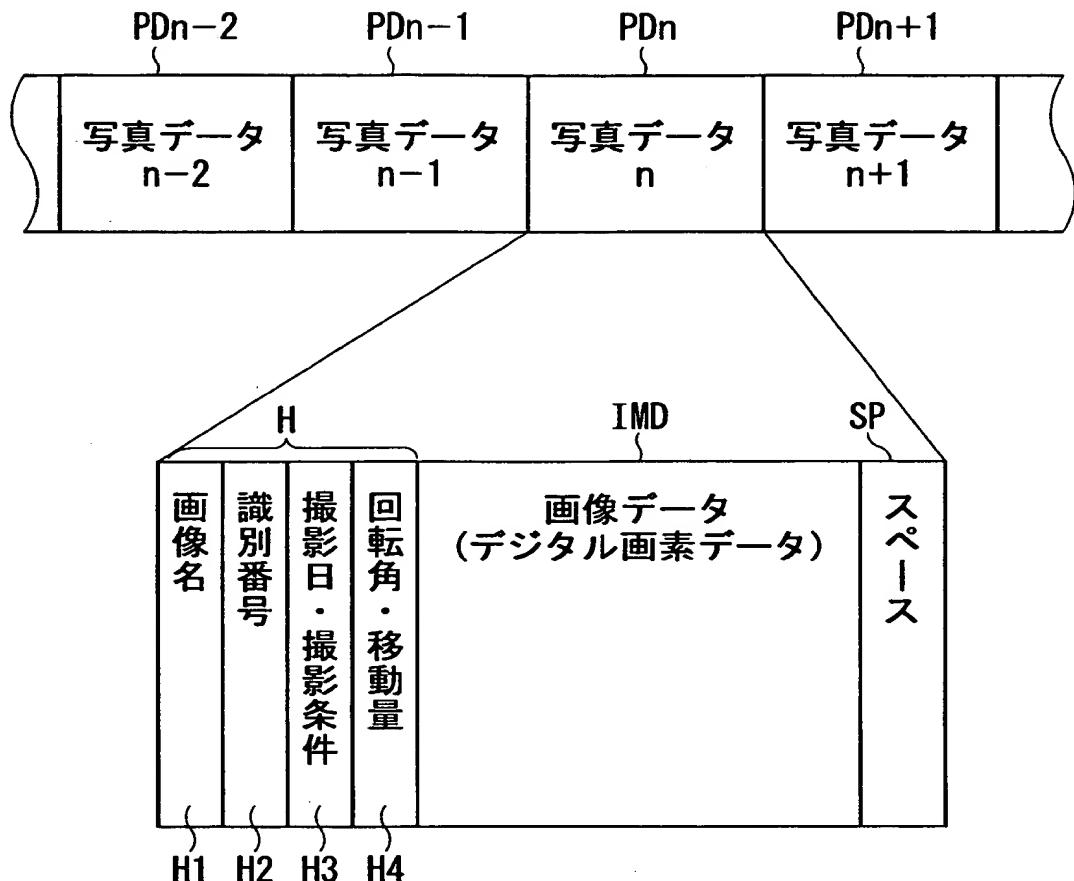
RC、RC1~RC4 接続点

【書類名】 図面

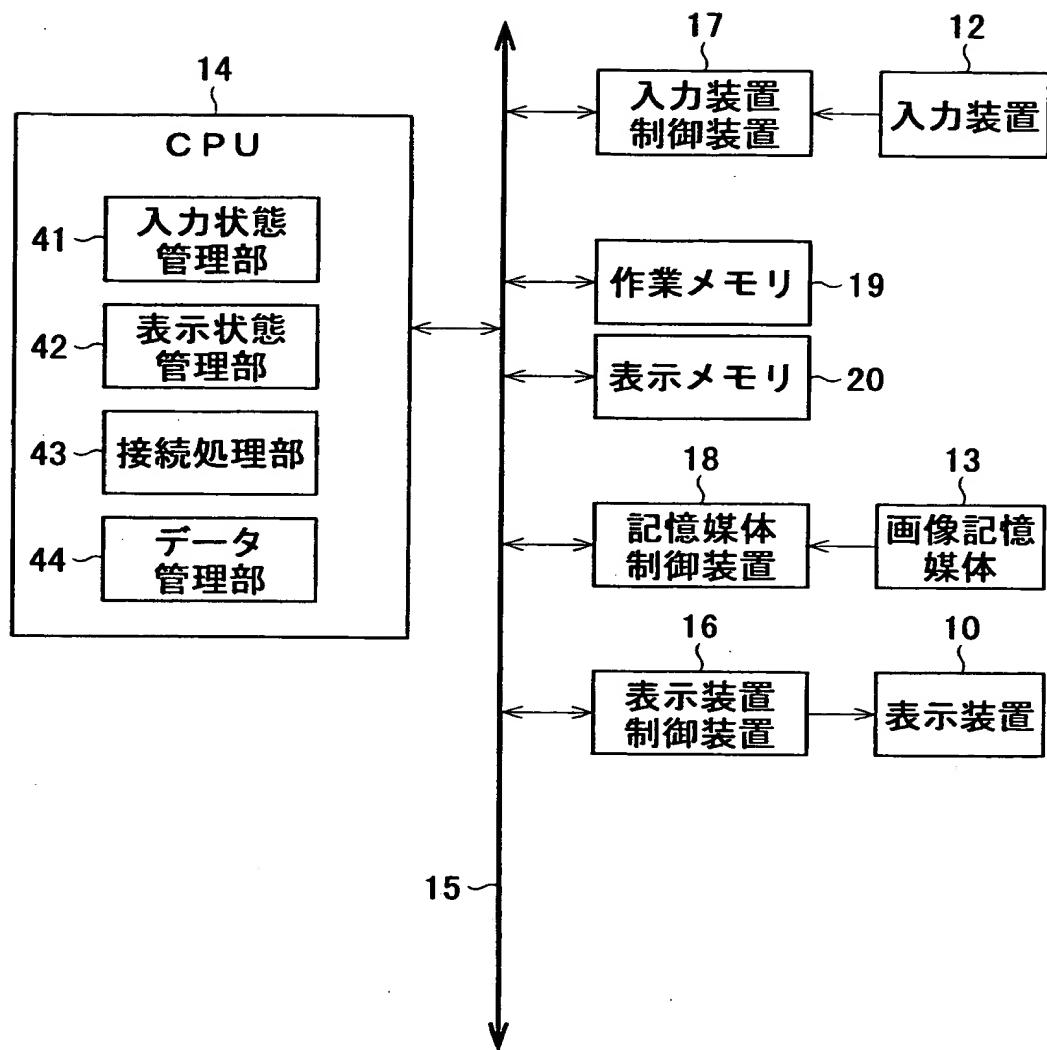
【図1】



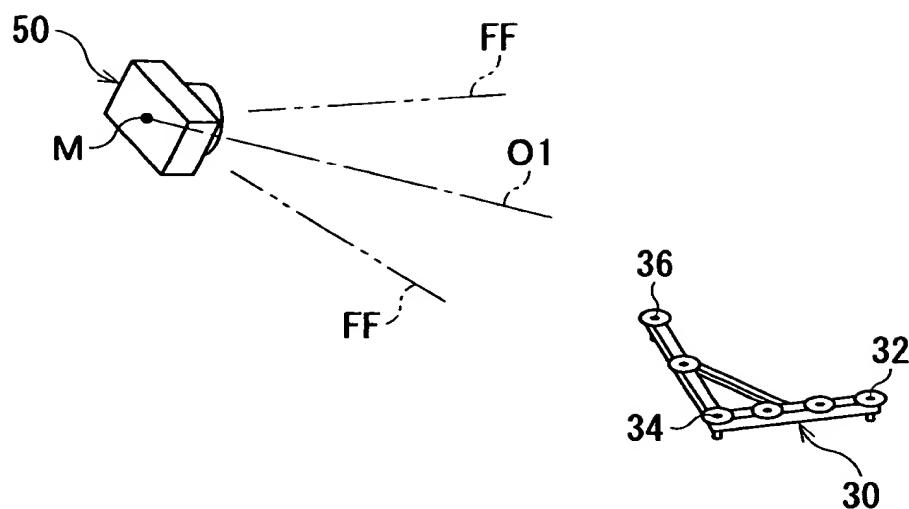
【図2】



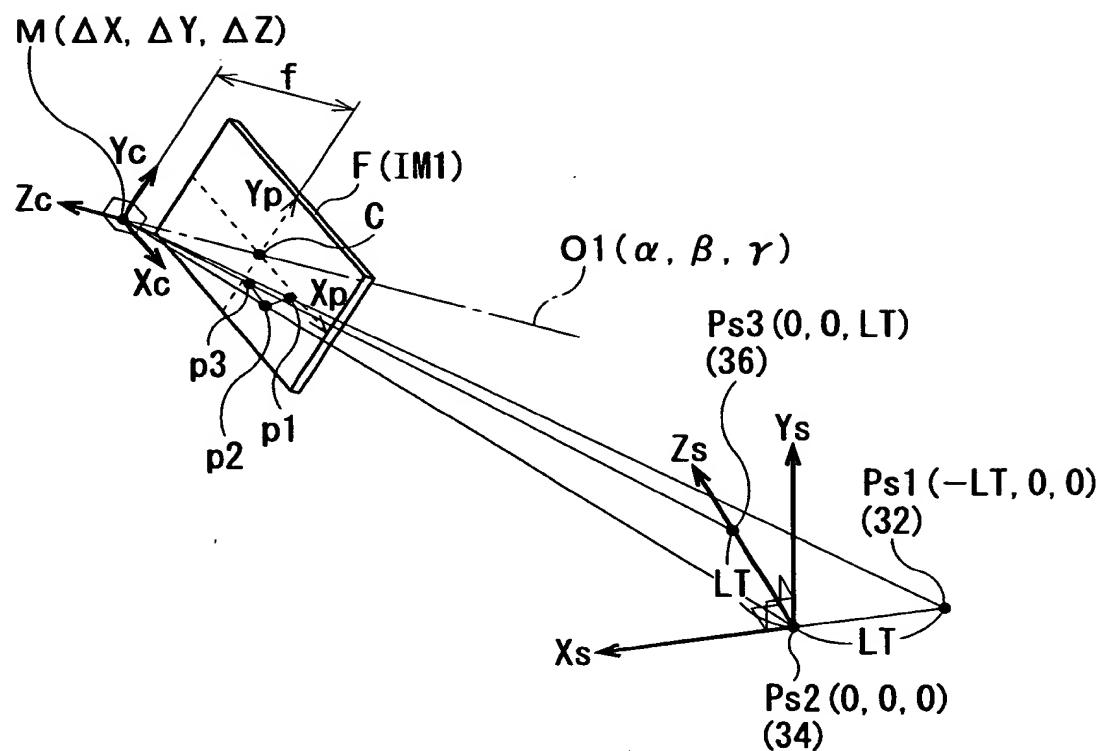
【図3】



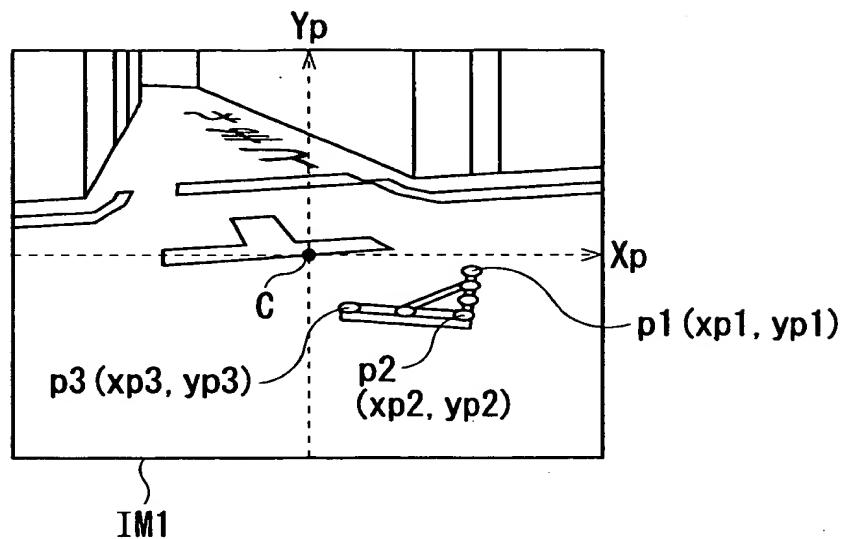
【図4】



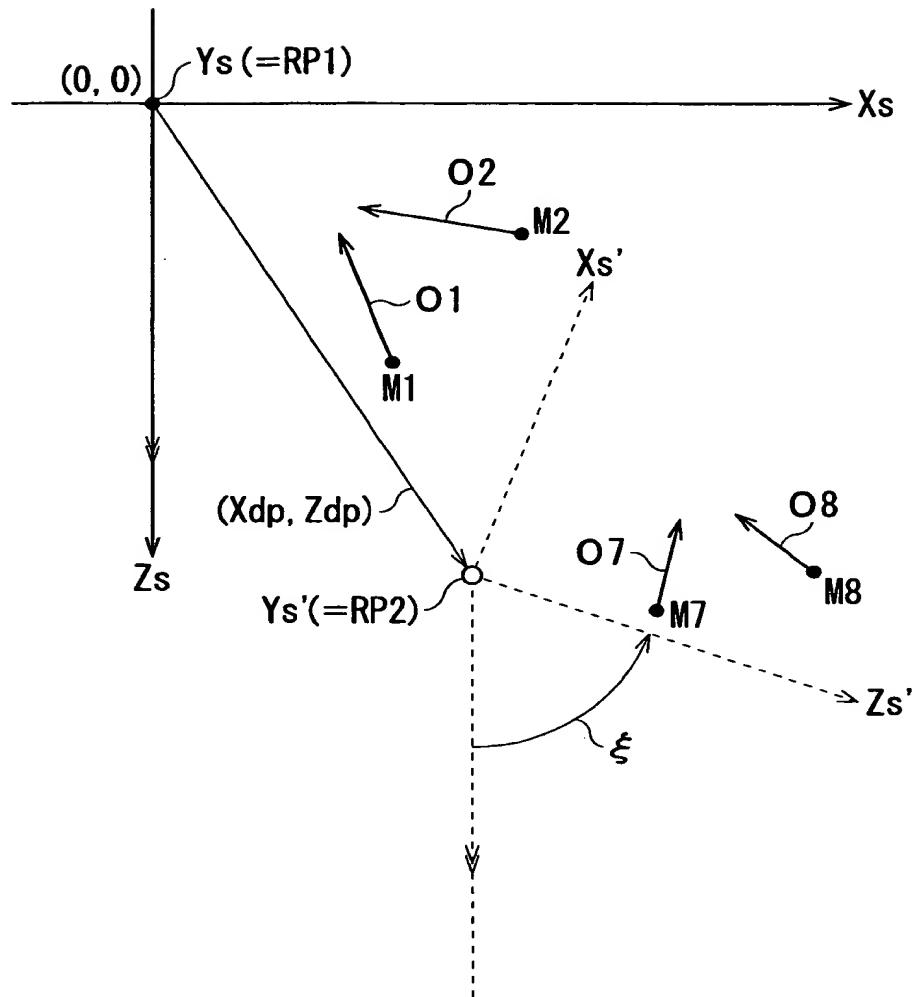
【図5】



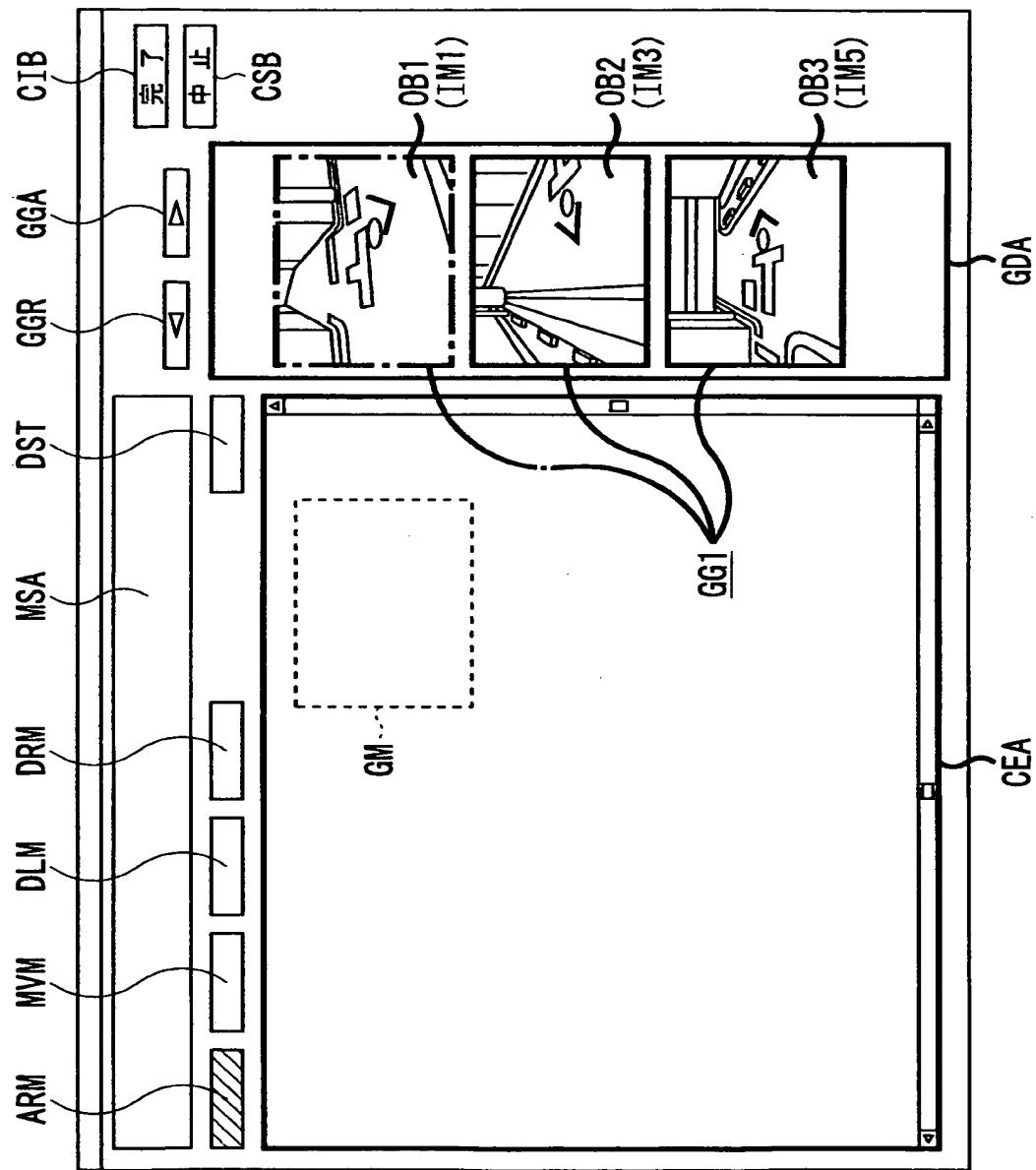
【図6】



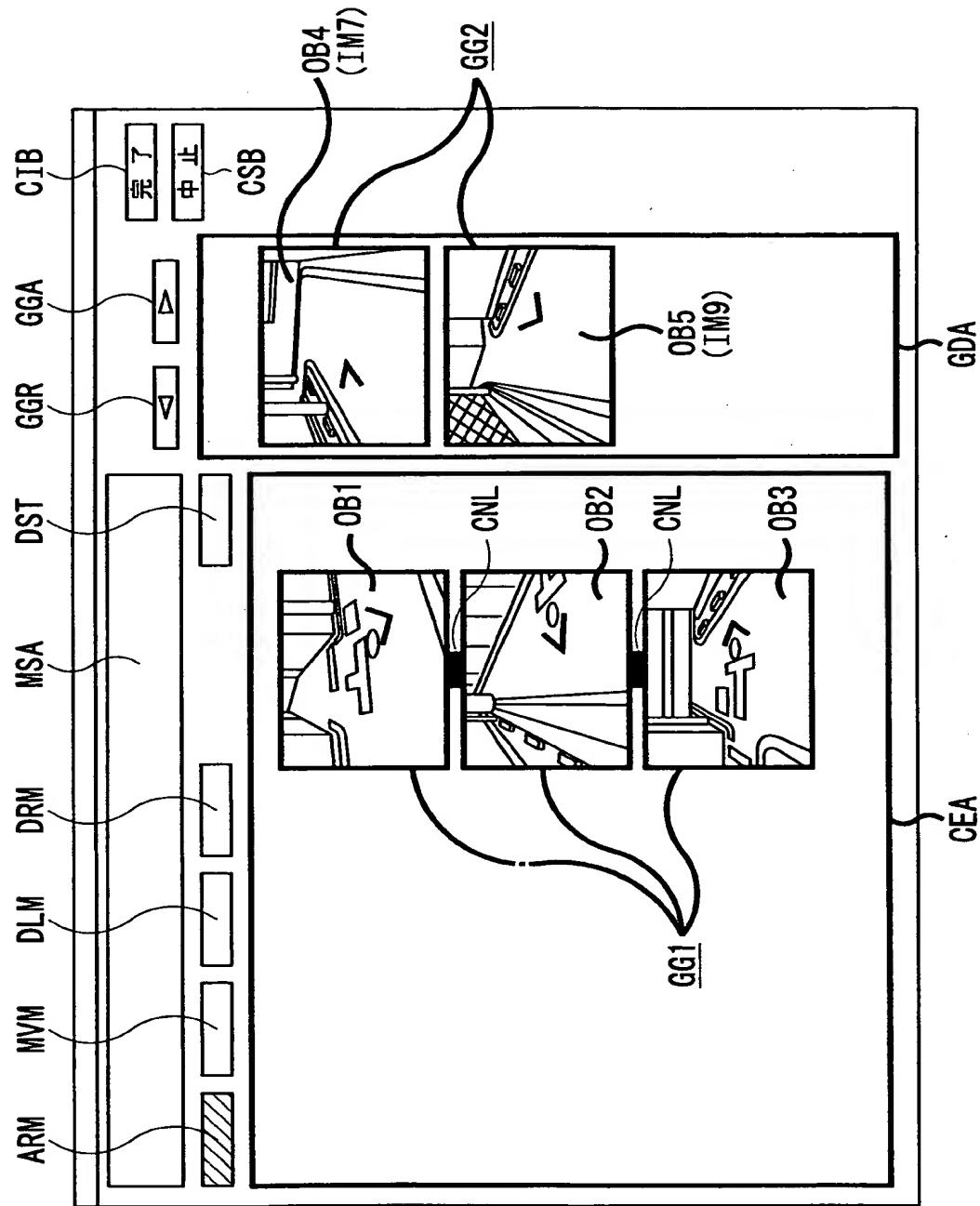
【図 7】



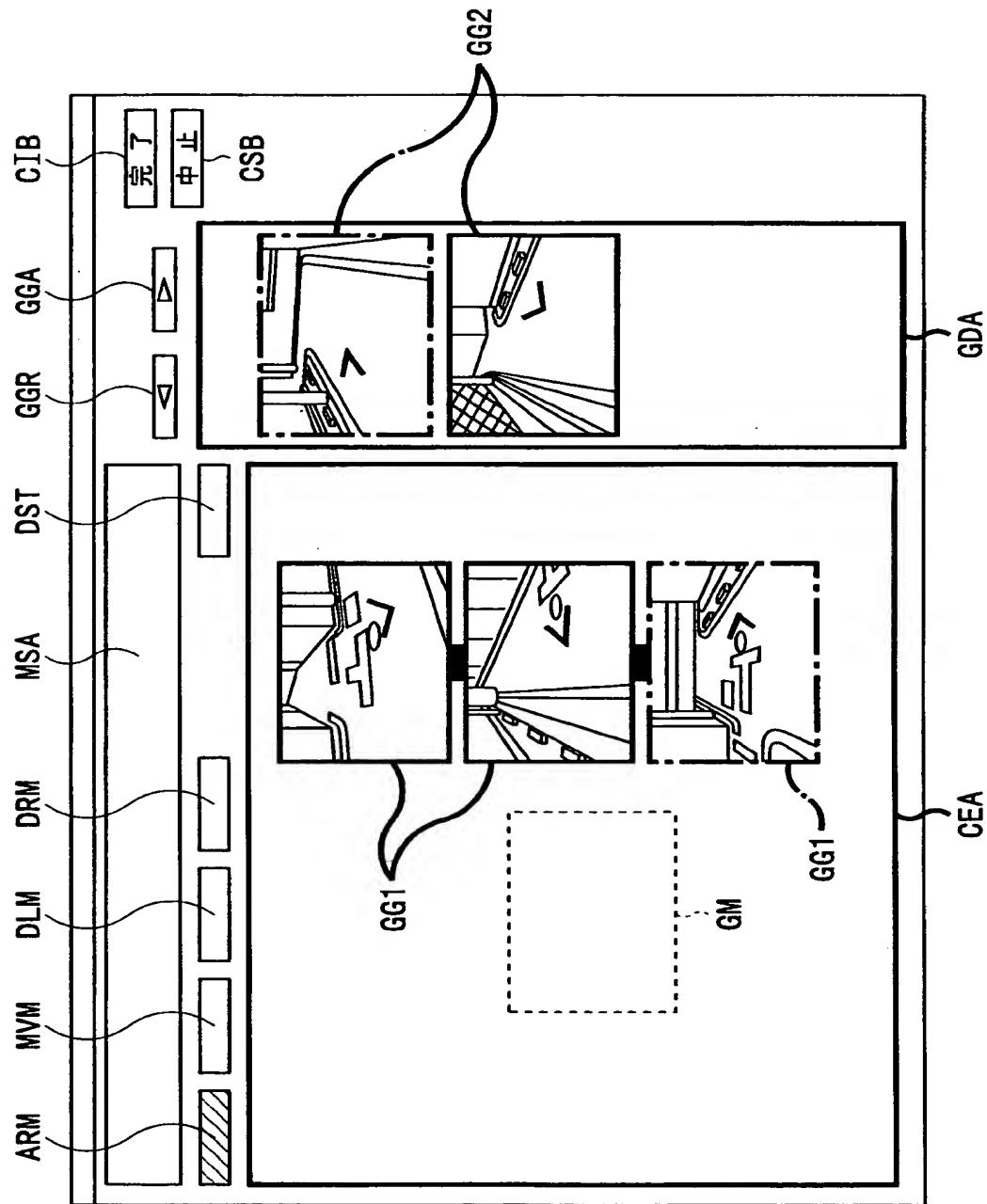
【図8】



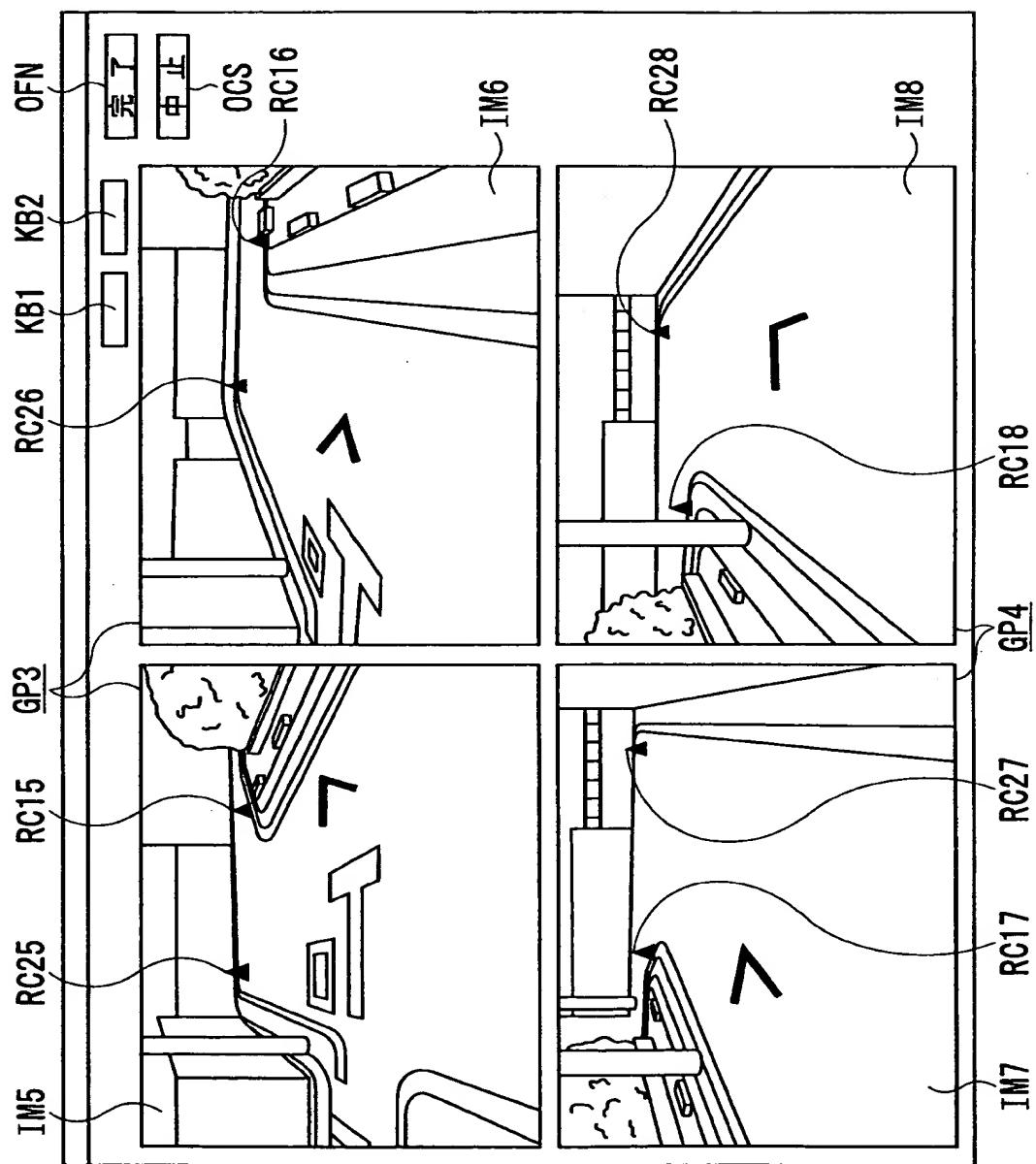
【図9】



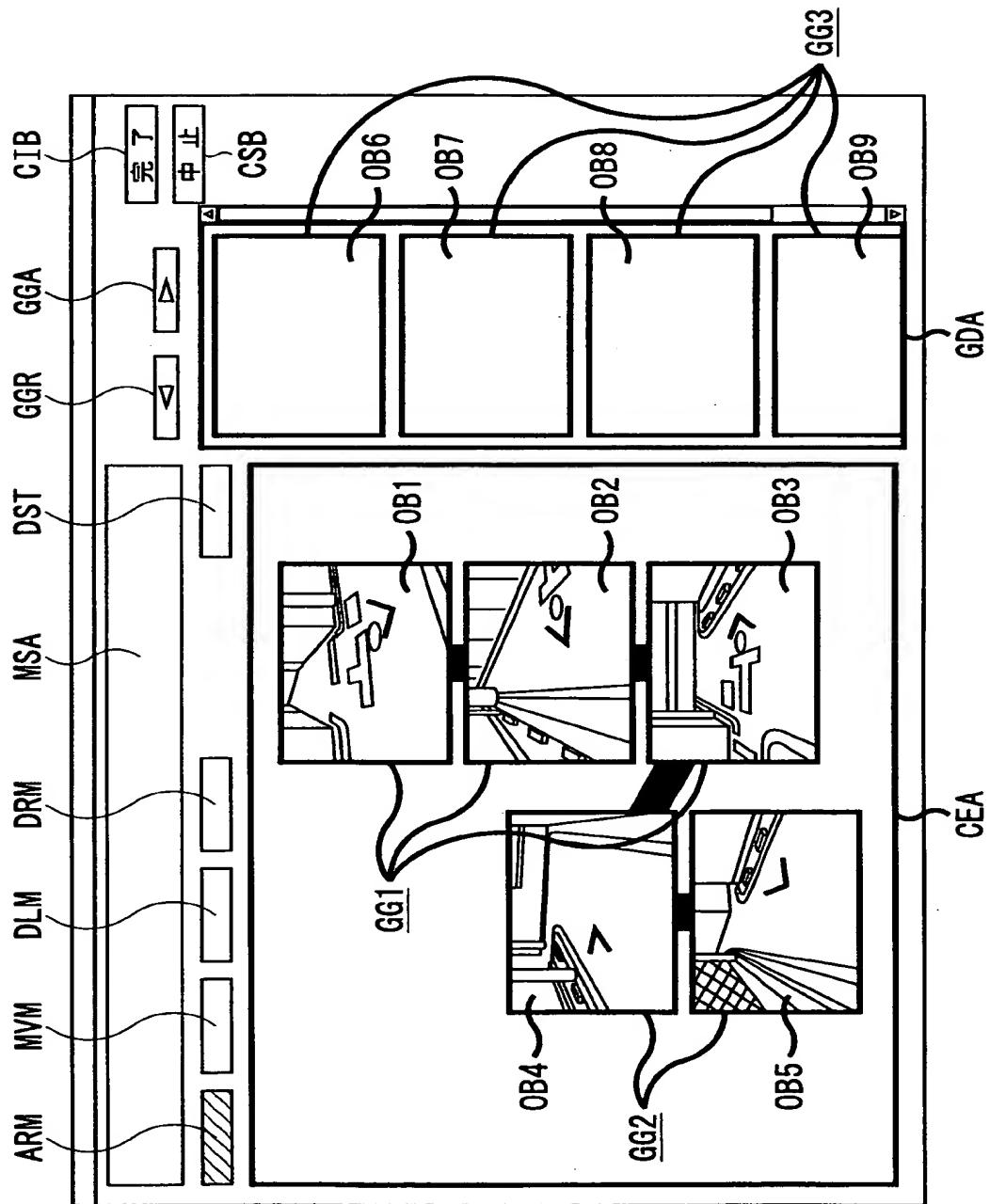
【図10】



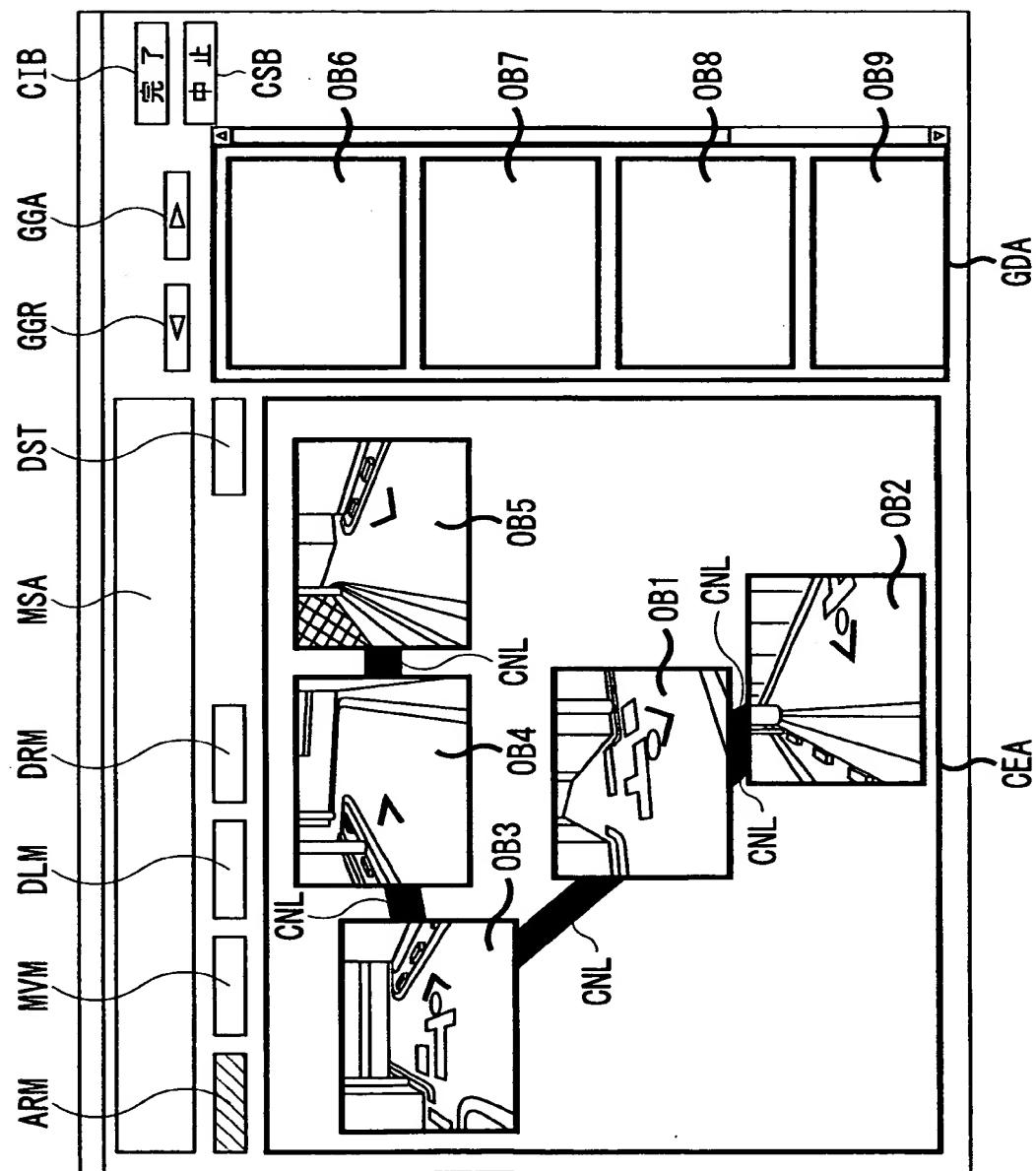
【図11】



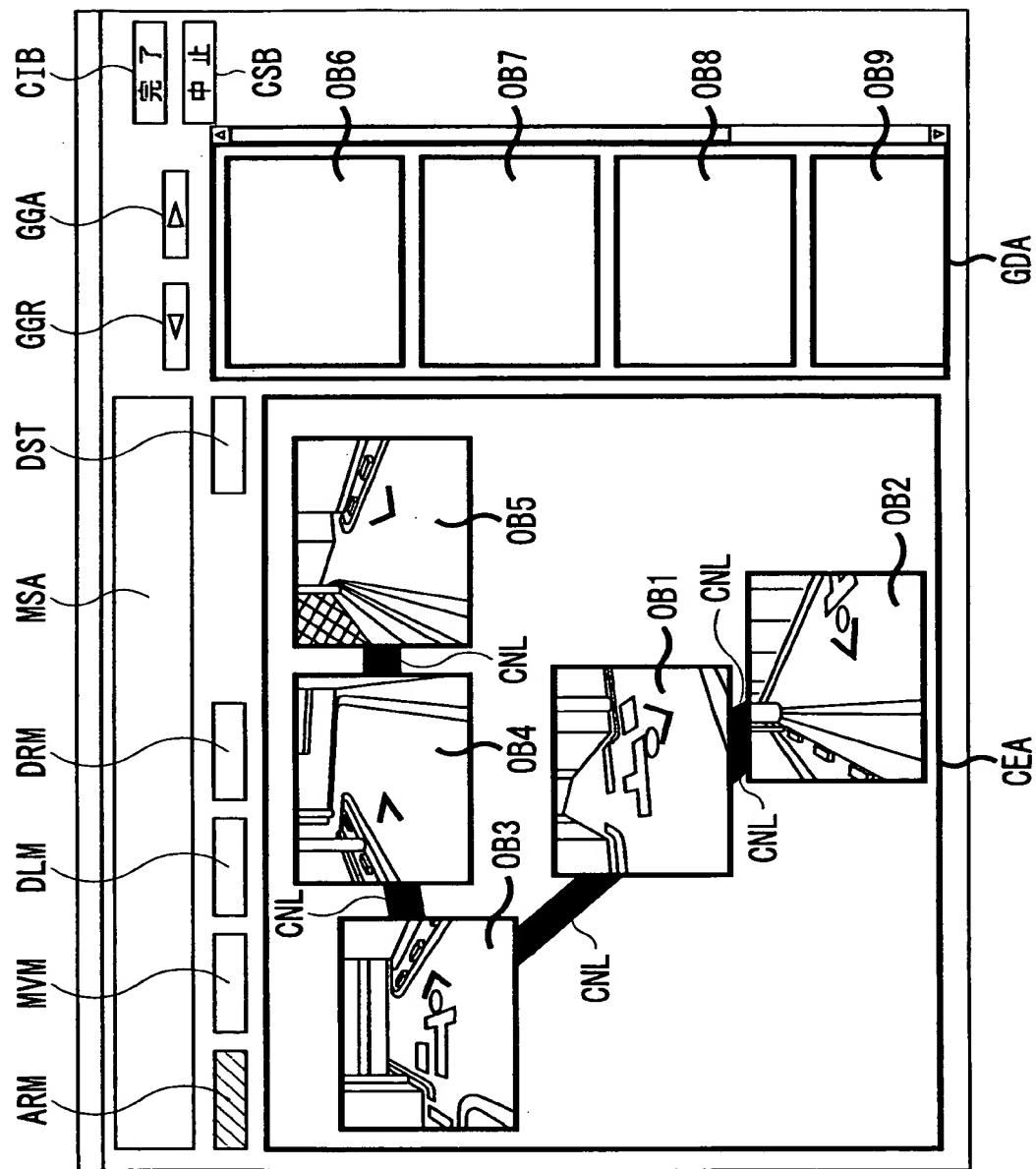
【図12】



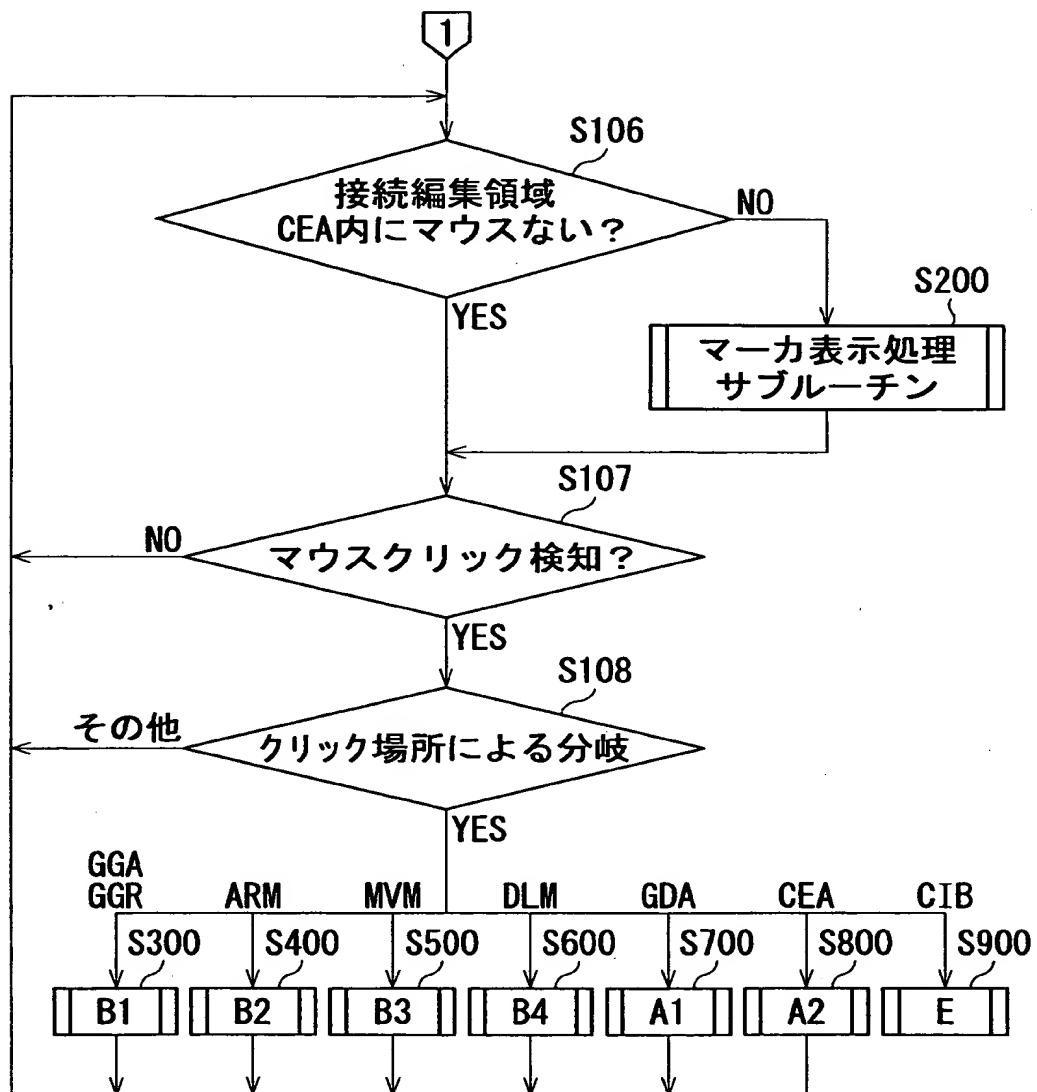
【図13】



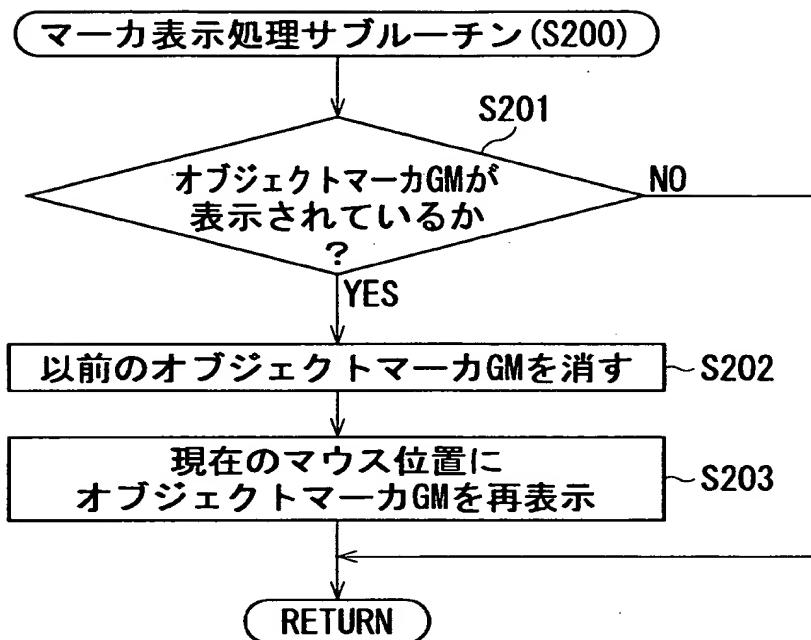
【図14】



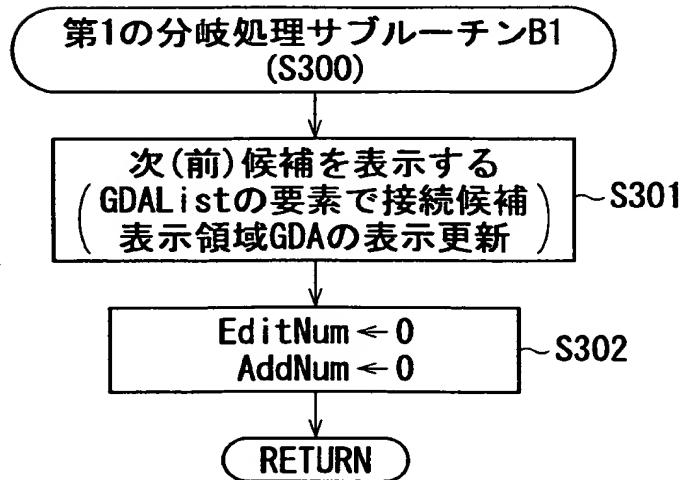
【図15】



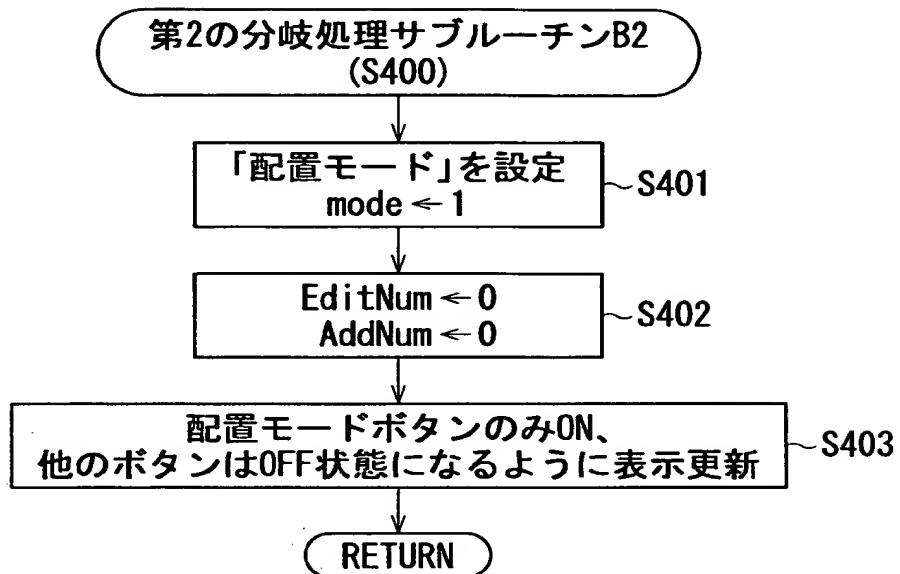
【図16】



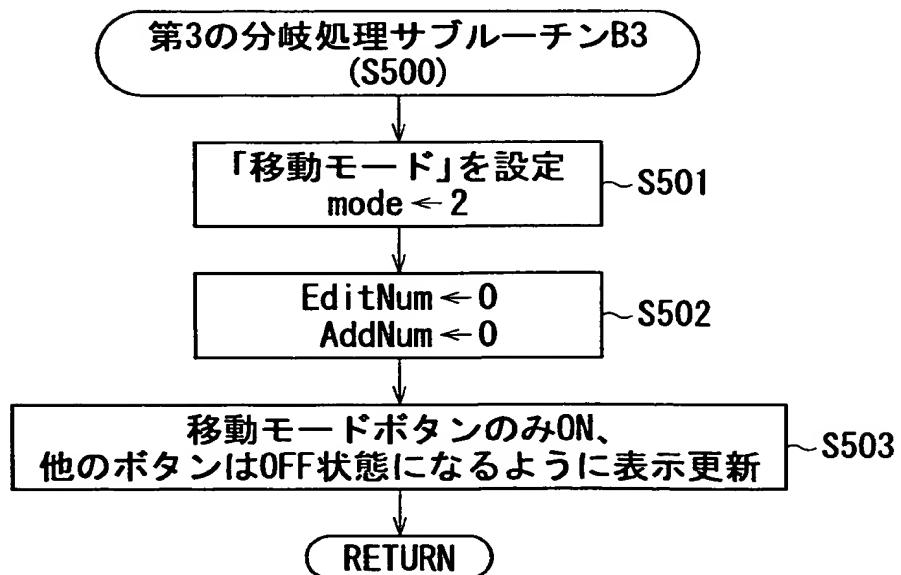
【図17】



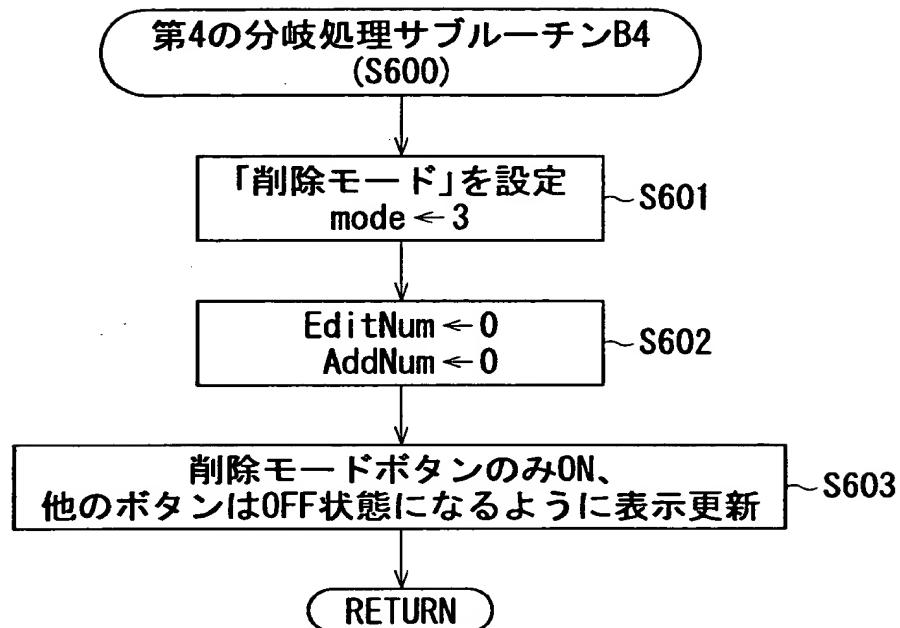
【図18】



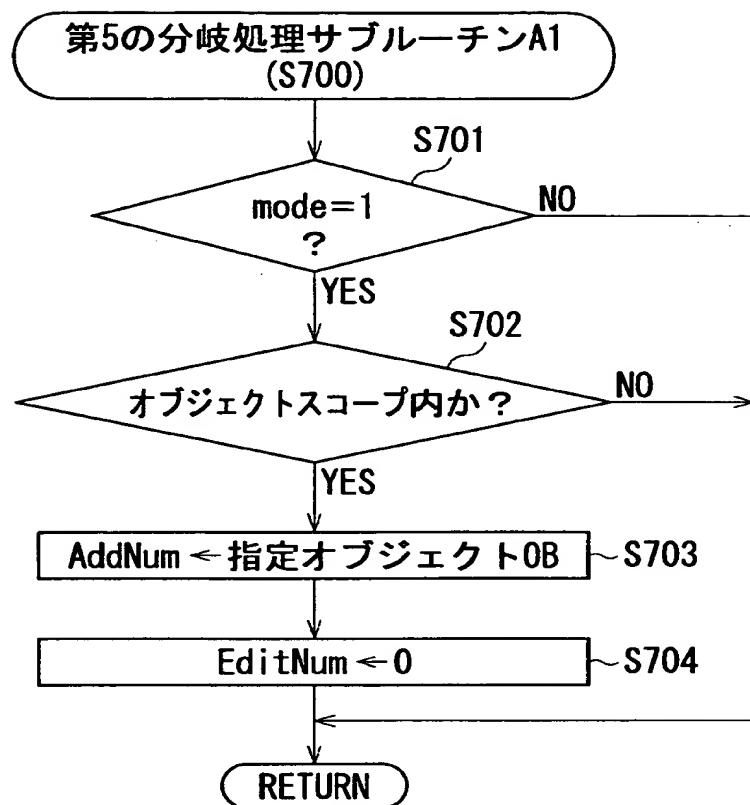
【図19】



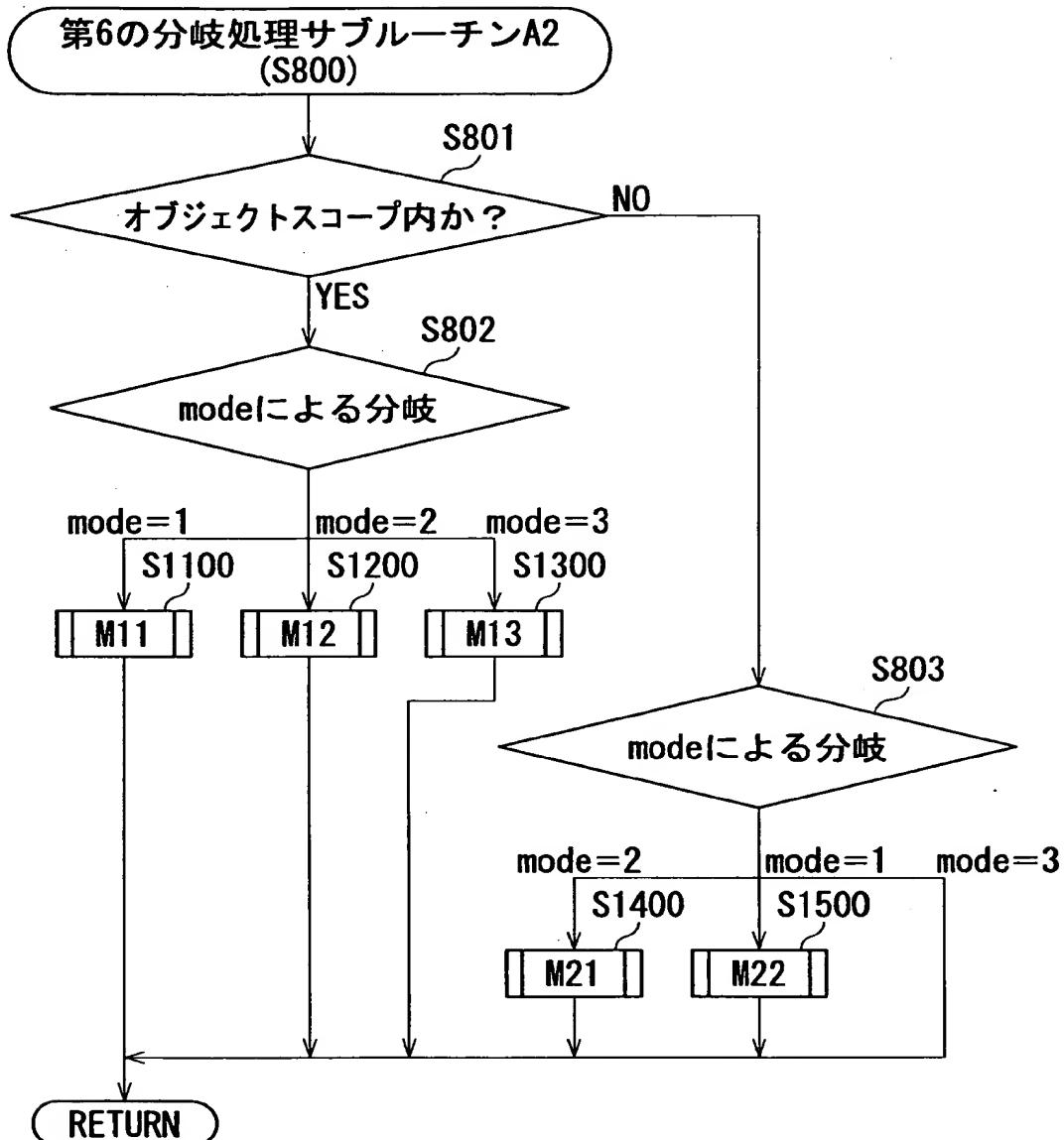
【図20】



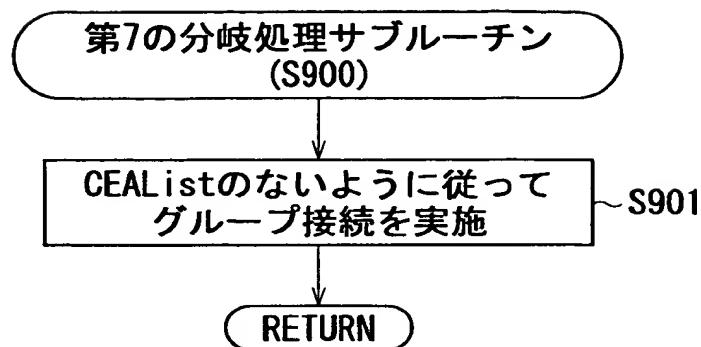
【図 21】



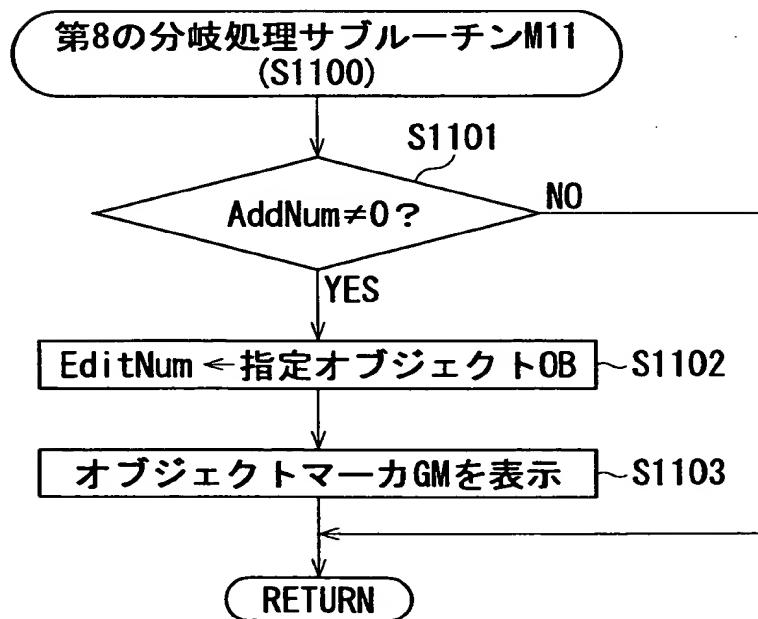
【図22】



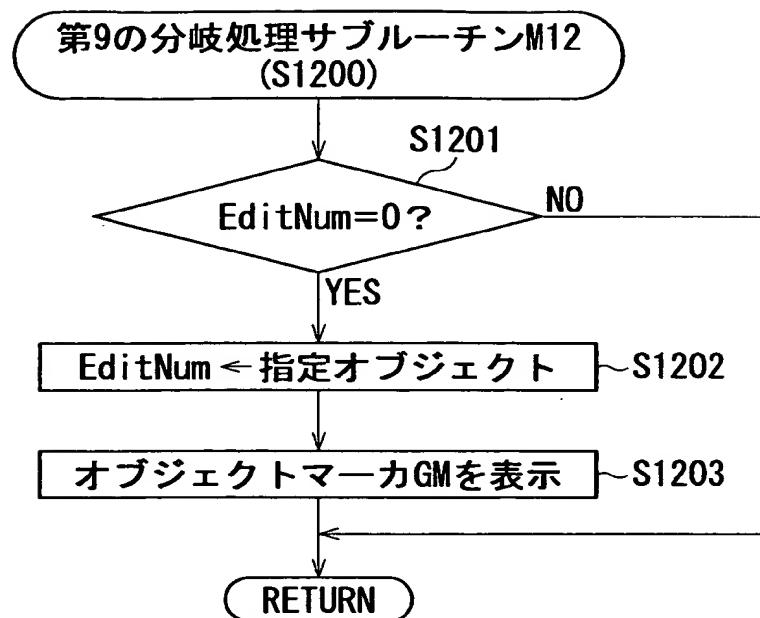
【図23】



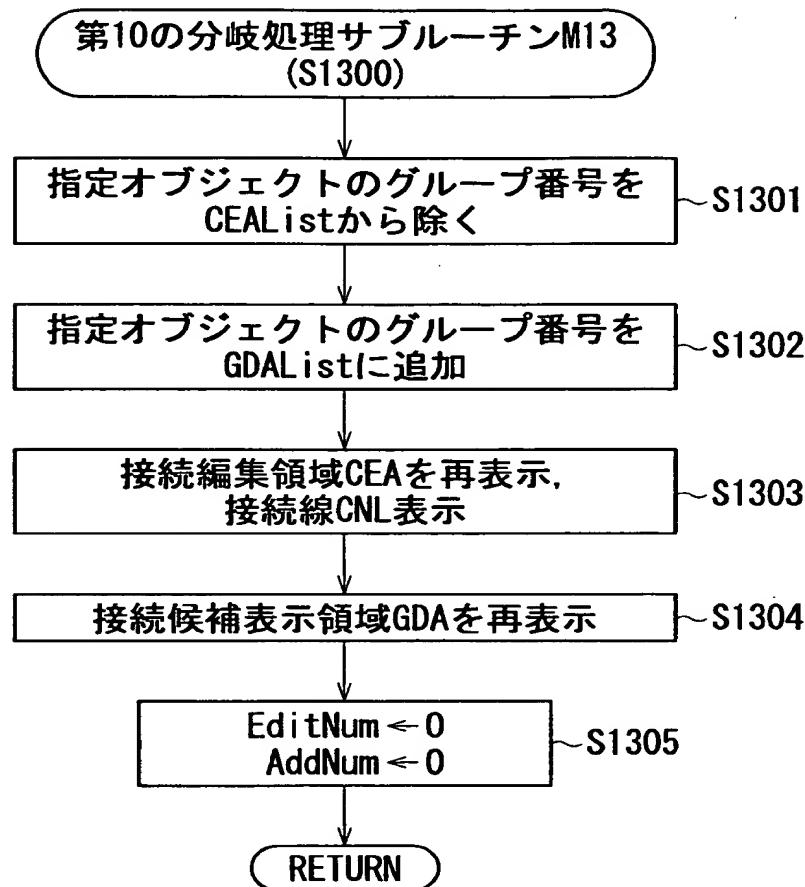
【図24】



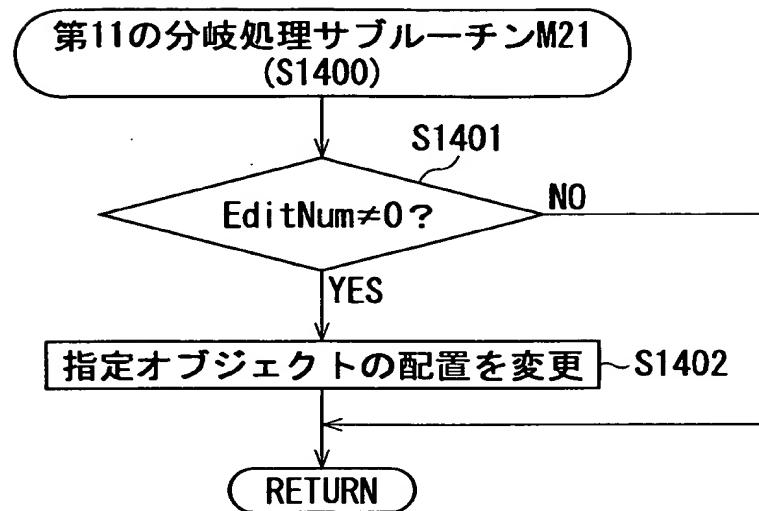
【図25】



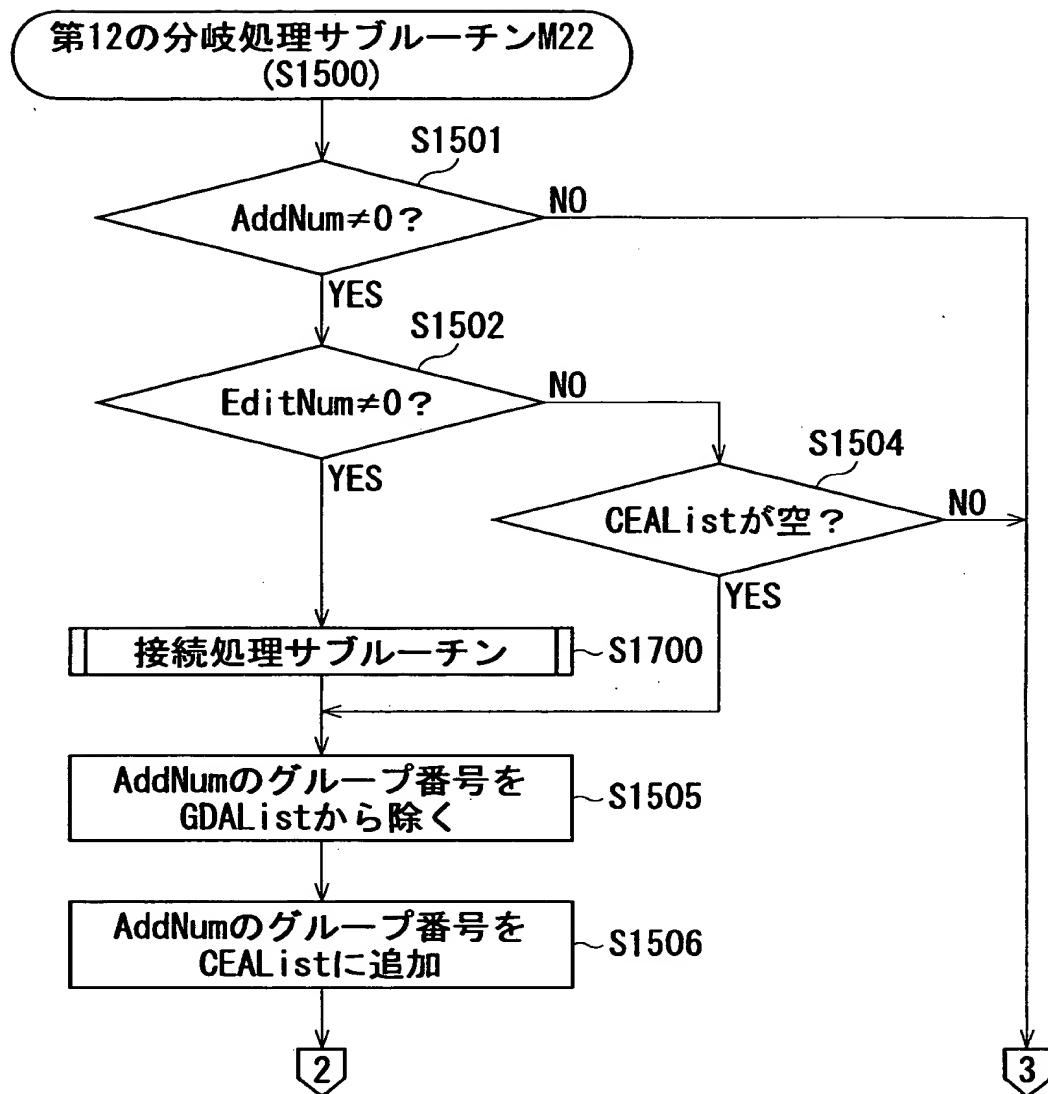
【図26】



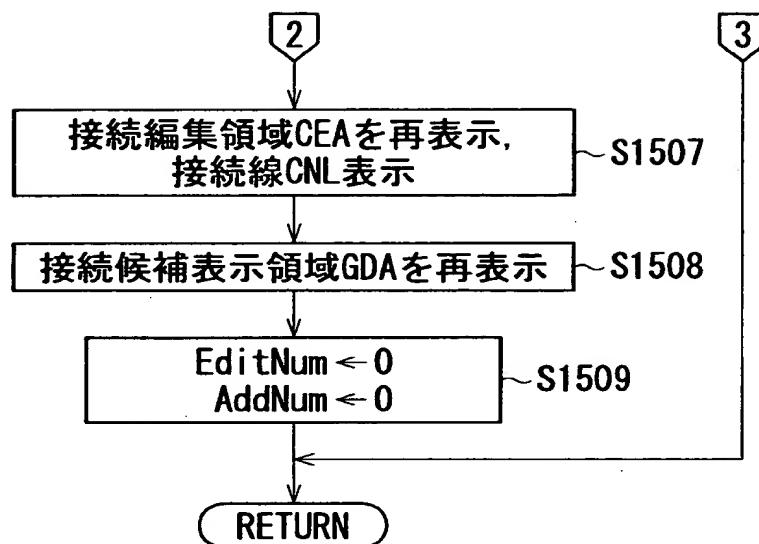
【図27】



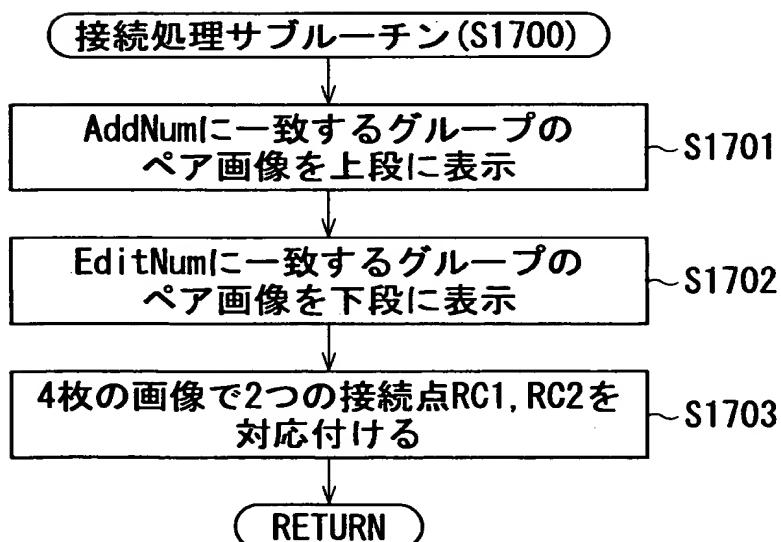
【図28】



【図29】



【図30】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 写真測量画像処理システムにおけるマニュアル作業を大幅に効率化する。

【解決手段】 所定位置のターゲットTを共通に含む画像によってグループを定義し、さらに同一ターゲット位置のグループを上位グループGG1、GG2およびGG3に定義する。各グループの一方の画像を代表してオブジェクトOB1～9として表示しつつ、接続編集を行う。

【選択図】 図12

出願人履歴情報

識別番号 [00000527]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号

氏 名 旭光学工業株式会社